

[REDACTED]

Herrn  
Dr. André von Peschke  
Lorenzdamm 14  
24103 Kiel

Vorab per Fax (ohne Anlagen A 1 - A 4): 0431/260926 - 15

DIR® System GmbH & Co. KG ./ Dr. v. Peschke

[REDACTED] 27.12.2018

Sehr geehrter Herr Dr. von Peschke,

in vorgenannter Angelegenheit zeigen wir an, dass wir die rechtlichen Interessen der Gesellschaft für Funktionsdiagnostik DIR® System mbH & Co. KG vertreten. Beglaubigte Kopie der auf uns lautenden Vollmacht fügen wir diesem Schreiben als Anlage bei.

Gegenstand unserer Beauftragung ist der auf ihrer Homepage [www.cmd-patientenratgeber.de](http://www.cmd-patientenratgeber.de) auf der Seite

<https://www.cmd-patientenratgeber.de/news-leser/selten-einen-derart-fachlich-unserioesen-artikel-gelesen-wie-diesen-ueber-das-dir-system.html>

von meiner Mandantin nunmehr gefundene Internetauftritt.

... 2

[REDACTED]

Auf dieser Seite heißt es unter der Überschrift „Selten einen derart fachlich fragwürdigen Artikel gelesen, wie diesen über das DIR System, oder „Der auf dem Oberkiefer abrollende DIR-Unterkieferaufbissbehelf“ wörtlich u.a. wie folgt:

„CMD "Ein Umdenken in der zahnärztlichen Behandlung ist nötig"

...

Schon allein auf Seite 27 die Feststellung, was man alles zur Positionierung des Unterkiefers zum Schädel benötigen würde ist sachlich richtig. **Dass das DIR System aber genau das nicht zu leisten vermag, was hier postuliert wird**, und noch mehr in der täglichen Behandlung von CMD Patienten im CMD CENTRUM KIEL verlangt wird, steht dort nicht.

**Geradezu grotesk wirken dann die Ausführungen man könne anhand von MRT Bildern die physiologisch korrekte Positionierung von Kiefergelenkkondylen erkennen und festlegen, spottet jeder wissenschaftlich belegbaren Realität.**

**Allein die Gestaltung eines Aufbissbehelfs nach "DIR-Kriterien", nämlich ohne jede erkennbare Fronteckzahnführung steht im Widerspruch zu den Gegebenheiten der Natur, erklärt dafür aber vielleicht gerade umso mehr, warum Patienten, die sich im CMD CENTRUM KIEL nach erfolgloser "DIR-Schienen-Therapie" vorstellen, über die im besten Fall Wirkungslosigkeit im schlechtesten Fall Verschlechterung ihrer funktionellen Beschwerden, nach Eingliederung von "sogenannten "DIR-Schienen", beklagen.**

...

Darüber würde man sich vielleicht gar nicht wundern, wenn man nicht gleichzeitig das ungewöhnliche Vertriebskonzept der Firma DIR im Hinterkopf hätte. Deshalb sei auch bei dieser Gelegenheit das recht eigentümliche Vertriebskonzept der Firma DIR erwähnt, **in dem nur der Zahntechniker die Apparaturen erwerben darf**. Der Zahntechniker aber wiederum die Gerätschaften am Patienten nicht zum Einsatz bringen darf. Hierzu ist wiederum nur ein **Zahnarzt nach dem Heilkundengesetz berechtigt, der aber wiederum die Gerätschaften von der Firma DIR gar nicht käuflich erwerben darf**. Jedenfalls war das der **bisherige Stand** der Dinge.

...

Aus eigener Erfahrung wissen wir, dass die Firma DIR sehr bemüht ist darauf hinzuweisen, und das gegebenenfalls auch rechtlich durchzusetzen, das nichts anderweitiges behauptet wird, als dass nur Zahnärzte dieses Messsystem betreiben dürfen, **obwohl sie es nicht erwerben können.** Wiederum die Zahntechniker, die es erwerben dürfen, am Patienten nicht zum Einsatz bringen dürfen.

...

**Es gibt bis heute keine wissenschaftlich gesicherte eindeutige Position, die sich messtechnisch oder gar MRT oder röntgentechnisch als die Idealposition festmachen ließe, an der die Kondylen der Kiefergelenke stehen müssten.** Das hängt schon damit zusammen, dass Kiefergelenkköpfchen alles andere als kreisrund ausfallen und in allen Dimensionen ungleichmäßig geformt sind und darüber hinaus die Kiefergelenke eine äußerst komplizierte Kombination von knöchernen Hartgeweben und nachgiebigen Bindegewebsstrukturen in der Bewegung darstellen.

**Unabhängig von der Frage, dass wir das DIR System, aus besagtem Grunde, nicht kaufen könnten, weil es nur unsere Zahntechnikermeisterin kaufen dürfte, die das System aber ebenfalls für ungeeignet hält.**

Der Leser möge sich selbst ein Urteil über das System bilden und die Protagonisten, die es anbieten und noch mehr über die, **die es unter diesen ungewöhnlichen Bedingungen vertreiben.**

...

**Bleibt abschließend die Feststellung, dass es vermutlich einen Grund haben wird, dass weder Universitäten, die DGFDT und auch nicht die Ausbildungsstätten, wer auch immer das sein soll, diesem fachlichen Konzept bisher gefolgt sind und vermutlich auch in Zukunft nicht folgen dürften.**

... "

**Abgesehen von einigen Rechtschreibfehlern, sind diese Behauptungen, insbesondere die hier gesondert gekennzeichneten, auch inhaltlich falsch, weshalb sie folgender Richtigstellung bedürfen.**

Hierzu im Einzelnen:

1. Sie behaupten, dass „zwar die Feststellung, was man alles zur Positionierung des Unterkiefers zum Schädel benötigen würde, sachlich richtig sei, aber dass das DIR System aber genau das nicht zu leisten vermag“.

Hierzu überreichen wir als **Anlage A 1** den Artikel den Artikel der Dres. Dietzel und Zöllner („Zur Lagebestimmung des Unterkiefers in zentrischer Relation mit dem DIR-System“, abgedruckt in DZZ ... Seite ...) unter Bezugnahme auf den dortigen Inhalt und stellen fest: Mittels des DIR-Systems ist die genaue Positionierung des Unterkiefers zum Schädel zu ermitteln. Ihre gegenteiligen Behauptungen sind also falsch, weshalb Sie diese auch zu unterlassen haben.

2. Sie behaupten ferner, dass „die Ausführungen, man könne anhand von MRT Bildern die physiologisch korrekte Positionierung von Kiefergelenkkondylen erkennen und festlegen, spottet jeder wissenschaftlich belegbaren Realität“.

Hierzu überreichen wir als **Anlage A 2** die Studie des Universitätsklinikums Bonn („Der Einfluss verschiedener Registriertechniken auf die Kondylenposition und die elektromygraphische Oberflächenaktivität bei stomatognath gesunden Patienten“<sup>9</sup> und erlauben uns erneut auf den dortigen Inhalt zu verweisen. Auch hier wird das Gegenteil Ihrer Behauptungen belegt, auch hier bedarf es also einer Unterlassung derartiger falscher Behauptungen Ihrerseits.

3. Sie behaupten ferner, dass „allein die Gestaltung eines Aufbissbehelfs nach "DIR-Kriterien", nämlich ohne jede erkennbare Fronteckzahnführung im Widerspruch zu

den Gegebenheiten der Natur stehen würde, und dies würde deshalb umso mehr erklären, warum Patienten, die sich im CMD CENTRUM KIEL nach erfolgloser "DIR-Schienen-Therapie" vorstellen, über die im besten Fall Wirkungslosigkeit im schlechtesten Fall Verschlechterung ihrer funktionellen Beschwerden, nach Eingliederung von "sogenannten "DIR-Schienen", beklagen".

Sicherlich kann unsere Mandantin nicht nachprüfen, ob und welche Patienten sich bei Ihnen vorgestellt haben und was diese angeblich behauptet haben sollen, hierzu fehlt es schon an konkreten Anhaltspunkten. Dass die DIR-Schiene jedoch keine „erkennbare Eckzahnführung“ hat und dass dies „funktionelle Beschwerden“ nach sich ziehen würde, schon. Bereits der von Ihnen zitierte Fachartikel weist darauf hin, dass die DIR-Schiene sowohl mit, als auch ohne Fronteckzahnführung, insbesondere bei einer ausgeprägten Myopathie des Mus. Temporalis aufgebaut – je nach Indikation des Behandlers. Selbst wenn Sie dies jetzt immer noch nicht für möglich halten, gern fügen wir als **Anlage A 3** den u.a. von Prof. Dr. Stratmann verfassten Artikel „Die DIR-Schiene“ (abgedruckt in Das Dental Labor, 2/2011, S. 494 ff.) bei. Wir dürfen hierbei insbesondere auf Seite 497 verweisen, dort auf die Ausführungen unter der Überschrift „Die Okklusion“. Auch hier ist das Gegenteil Ihrer Behauptungen belegt, weshalb eine Unterlassung Ihrer falschen Behauptungen erforderlich ist.

4. Sie schreiben dann weiter, dass unsere Mandantin ein „eigentümliches Vertriebskonzept“ habe, „in dem nur der Zahntechniker die Apparaturen erwerben darf“ und wiederum, der Zahnarzt „die Gerätschaften von der DIR gar nicht erwerben darf“, so „der bisherige Stand der Dinge“. Diese Behauptung zieht sich dann wie ein roter Faden durch den weiteren Artikel. Auch wenn uns mit

letztendlicher Sicherheit nicht klar ist, wann Sie Ihren Artikel auf Ihrer Homepage veröffentlicht haben, auf jeden Fall muss das nach der Veröffentlichung des kritisierten Artikels in der DZW Ausgabe 15/2018, also nach dem 11.04.2018, gewesen sein. In dem uns vorliegenden aktuellen Screenshot wird dies auch weiterhin behauptet. Nur, auch diese Behauptung Ihrerseits entspricht nicht den Tatsachen. Tatsache ist vielmehr, dass auch Zahnärzte das DIR System erwerben können und zwar schon vor dem Zeitpunkt, als Sie, sehr geehrter Herr Dr. von Peschke, die letzte Unterlassungs- und Verpflichtungserklärung unserer Mandantin als rechtmäßig anerkannt haben. Aufgrund persönlicher Rücksprache bei unserer Mandantin war Ihnen das auch zu diesem Zeitpunkt bereits bekannt. Unabhängig davon ist es selbstverständlich auch nicht zulässig derartige unwahre und wettbewerbsschädigende Behauptung quasi auf den blauen Dunst öffentlich zu verbreiten. Auch hier bedarf es also einer Verpflichtung Ihrerseits derart unwahre Behauptungen zukünftig zu unterlassen.

5. Im weiteren Verlauf Ihres Artikels behaupten Sie, dass es „bis heute keine wissenschaftlich gesicherte eindeutige Position (gäbe), die sich messtechnisch oder gar MRT oder röntgentechnisch als die Idealposition festmachen ließe, an der die Kondylen der Kiefergelenke stehen müssten.“

Auch hier liegen Sie falsch, Herr Dr. von Peschke. Wir fügen als weitere **Anlage A 4** unserem Schreiben eine Zusammenfassung der „Klinisch-radiologische Pilotstudie zur Evaluierung der physiologischen Kondylenposition im MRT2“, die in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Bonn erstellt wurde, unter erneuter Bezugnahme auf den Inhalt, bei. Wie Sie nach der Lektüre dieses Artikels feststellen werden, ist das genaue Gegenteil Ihrer obigen Behauptung richtig, weshalb Sie auch

hier verpflichtet sind derartige falsche Behauptungen zukünftig zu unterlassen und dies verpflichtend erklären.

Da Sie mithin fortlaufend auf Ihrer Homepage falsche Tatsachenbehauptungen bezüglich unserer Mandantin verbreiten, hat unsere Mandantin einen Anspruch auf Unterlassung und Schadensersatz gegen Sie.

Unsere Mandantin hat uns ermächtigt, Ihnen vor Einleitung gerichtlicher Schritte Gelegenheit zur außergerichtlichen Bereinigung des Streitverhältnisses zu geben.

Wir haben Sie daher namens und in Vollmacht unserer Mandantin aufzufordern, sich durch Unterzeichnung der beigefügten strafbewehrten Unterlassungserklärung zu verpflichten, das hier beanstandete Verhalten künftig zu unterlassen und die im einzelnen o.g. Behauptungen von Ihrer Homepage zu entfernen.

Vorsorglich weisen wir darauf hin, dass die Wiederholungsgefahr für den unserer Mandantin zustehenden Unterlassungsanspruch und damit auch das Rechtsschutzbedürfnis für die Einleitung gerichtlicher Schritte nach der Rechtsprechung nur durch die Abgabe einer strafbewehrten Unterlassungserklärung ausgeräumt werden können.

Für den Eingang dieser Erklärung haben wir uns eine Frist bis zum

08.01.2019, 16:00 Uhr

bei uns eingehend, notiert. Zur Einhaltung der Frist genügt ein Vorab-Versand per Telefax an unsere im Briefbogen angegebene Faxnummer. Das unterschriebene Original muss jedoch dann per Post unverzüglich nachfolgen.

Bei fruchtlosem Verstreichen der vorgenannten Frist werden wir unserer Mandantin empfehlen, unverzüglich gerichtliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.

Sie sind ferner zur Erstattung der durch diese Abmahnung entstandenen Kosten verpflichtet. Dieser Anspruch besteht unter den rechtlichen Gesichtspunkten sowohl des Schadensersatzes als auch der auftragslosen Geschäftsführung.

Der Höhe nach ist er in Ziffer 3 der Unterlassungsverpflichtungserklärung nebst Rechtsgrundlage erläutert, wir erwarten hier Zahlungseingang ebenfalls innerhalb o.g. Frist.

Rein vorsorglich weisen wir darauf hin, dass unsere Mandantin nicht gewillt ist, die zuvor genannte Frist zu verlängern, noch in eine fachliche Diskussion mit Ihnen einzusteigen. Ihre Behauptungen sind, wie nachgewiesen, derart unzutreffend und substanzlos, so dass hier einzig eine Schädigungsabsicht Ihrerseits unterstellt werden kann.

  
Rechtsanwalt

Anlagen



# Beglaubigte Abschrift

## PROZESSVOLLMACHT



wird hiermit in Sachen DIR GmbH & Co KG ./ Dr. von Peschke

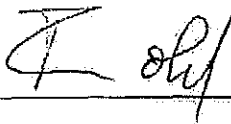
wegen Unterlassung u.a.

Vollmacht erteilt

1. zur Prozeßführung (u.a. nach §§ 81 ff. ZPO) einschließlich der Befugnis zur Erhebung und Zurücknahme von Widerklagen;
2. zur Antragstellung in Scheidungs- und Scheidungsfolgesachen, zum Abschluß von Vereinbarungen über Scheidungsfolgen sowie zur Stellung von Anträgen auf Erteilung von Renten- und sonstigen Versorgungsauskünften;
3. zur Vertretung und Verteidigung in Strafsachen und Bußgeldsachen (§§ 302, 374 StPO) einschließlich der Vorverfahren sowie (für den Fall der Abwesenheit) zur Vertretung nach § 411 II StPO, mit ausdrücklicher Ermächtigung auch nach §§ 233 I, 234 StPO sowie mit ausdrücklicher Ermächtigung zur Empfangnahme von Ladungen nach § 145 a III StPO, zur Stellung von Straf- und anderen nach der Strafprozeßordnung zulässigen Anträgen und von Anträgen nach dem Gesetz über die Entschädigung für Strafverfolgungsmaßnahmen, insbesondere auch für das Betragsverfahren;
4. zur Vertretung in sonstigen Verfahren und bei außerordentlichen Verhandlungen aller Art (insbesondere in Unfallsachen zur Geltendmachung von Ansprüchen gegen Schädiger, Fahrzeughalter und deren Versicherer);
5. zur Begründung und Aufhebung von Vertragsverhältnissen und zur Abgabe und Entgegennahme von einseitigen Willenserklärungen (z.B. Kündigungen).

Die Vollmacht gilt für alle Instanzen und erstreckt sich auch auf Neben- und Folgeverfahren aller Art (z.B. Arrest und einstweilige Verfügung, Kostenfestsetzungs-, Zwangsvollstreckungs-, Interventions-, Zwangsversteigerungs-, Zwangsverwaltungs- und Hinterlegungsverfahren sowie Insolvenz- und Vergleichsverfahren über das Vermögen des Gegners). Sie umfaßt insbesondere die Befugnis, Zustellungen zu bewirken und entgegenzunehmen, die Vollmacht ganz oder teilweise auf andere zu übertragen (Untervollmacht), Rechtsmittel einzulegen, zurückzunehmen oder auf sie zu verzichten, den Rechtsstreit oder außergerichtliche Verhandlungen durch Vergleich, Verzicht oder Anerkenntnis zu erledigen, Geld, Wertsachen und Urkunden, insbesondere auch den Streitgegenstand und die von dem Gegner, von der Justizkasse oder von sonstigen Stellen zu erstattenden Beträge entgegenzunehmen sowie Akteneinsicht zu nehmen.

Essen, den 21.12.'18

  
\_\_\_\_\_

Beglaubigt  
  
Rechtsanwalt

## Unterlassungsverpflichtungserklärung

Hiermit verpflichtet sich

Herr Dr. André von Peschke, geschäftsansässig Lorenzdamm 40, 24103 Kiel,

gegenüber

der Firma Gesellschaft für Funktionsdiagnostik DIR@System mbH & Co KG,  
geschäftsansässig Bocholder Str. 5 in 45355 Essen,

1. es bei Meidung einer für jeden Fall der Zuwiderhandlung fälligen Vertragsstrafe in Höhe von € 5.100,00 zukünftig zu unterlassen, auf Ihrer Homepage <http://www.cmdspezialist.de> bzw. anderen Social-Media-Kanälen und in sonstigen Formen der Öffentlichkeit zu behaupten:
  - dass zwar die Feststellung, was man alles zur Positionierung des Unterkiefers zum Schädel benötigen würde, sachlich richtig sei, aber dass das DIR System aber genau das nicht zu leisten vermag;
  - dass die Ausführungen, man könne anhand von MRT Bildern die physiologisch korrekte Positionierung von Kiefergelenkkondylen erkennen und festlegen, spottet jeder wissenschaftlich belegbaren Realität;
  - dass allein die Gestaltung eines Aufbissbehelfs nach "DIR-Kriterien", nämlich ohne jede erkennbare Fronteckzahnführung im Widerspruch zu den Gegebenheiten der Natur stehen würde, und dies würde deshalb umso mehr erklären, warum Patienten, die sich im CMD CENTRUM KIEL nach erfolgloser "DIR-Schienen-Therapie" vorstellen, über die im besten Fall Wirkungslosigkeit im schlechtesten Fall Verschlechterung ihrer funktionellen Beschwerden, nach Eingliederung von "sogenannten "DIR-Schienen", beklagen;

- dass unsere Mandantin ein „eigentümliches Vertriebskonzept“ habe, „in dem nur der Zahntechniker die Apparaturen erwerben darf“ und wiederum der Zahnarzt „die Gerätschaften von der DIR gar nicht erwerben darf“, so „der bisherige Stand der Dinge“;
  - dass bis heute keine wissenschaftlich gesicherte eindeutige Position (gäbe), die sich messtechnisch oder gar MRT oder röntgentechnisch als die Idealposition festmachen ließe, an der die Kondylen der Kiefergelenke stehen müssten;
2. der Gesellschaft für Funktionsdiagnostik DIR®-System mbH & Co KG, Bocholder Str. 5, 45355 Essen, sämtlichen Schaden zu ersetzen, der dieser durch die Ziffer 1 bezeichnete Handlung entstanden ist und künftig noch entstehen wird;
  3. die Kosten der Inanspruchnahme der Rechtsanwälte [REDACTED] [REDACTED] einer 1,3-Gebühr gem. den §§ 6, 13, 14 RVG, Nr. 2300 VV RVG zzgl. Postpauschale gem. Nr. 7002 RVG auf Grundlage eines Gegenstandswertes in Höhe von € 10.000,00, mithin gesamt € 745,40 netto zu erstatten.

Kiel, den \_\_\_\_\_

---

Dr. André von Peschke

A. Dietzel<sup>1</sup>, A. Zöllner<sup>2</sup>

# Zur Lagebestimmung des Unterkiefers in zentrischer Relation mit dem DIR-System

*Determining the position of the mandible in centric relation using the DIR system*



A. Dietzel

**Einleitung:** Ziel dieser Studie war die Registrier-genauigkeit der Unterkieferposition mit dem DIR-System im Vergleich zu 2 weiteren Verfahren (Wachs-, Kunststoffplatte) zu untersuchen.

**Material und Methoden:** An 6 vollbezahnten, kariesfreien Probanden ohne Leitsymptome einer Funktionsstörung wurde an 2 Untersuchungszeitpunkten mit 3 Registrierverfahren durch 2 Zahnärzte die zentrische bzw. habituelle Relation registriert. Danach wurden 132 Modellpaare in einem Mess-artikulator dreidimensional mit einer Genauigkeit von 0,01 mm vermessen. 3960 Messwerte wurden im Anschluss daran statistisch ausgewertet.

**Ergebnisse/Schlussfolgerung:** Die Kieferrelationsbestimmung (KRB) mit dem DIR-Verfahren ist ebenso reproduzierbar wie Zentrikregistrat auf Kunststoffplattenbasis und habituelle Wachsplattenregistrierungen. Der Einfluss des Registriermaterials auf die Registriergenauigkeit ist signifikant. Die Zahnärzte haben keinen signifikanten Einfluss auf die Registriergenauigkeit. Der Registrierzeitpunkt beeinflusst die Genauigkeit der Registrierungen signifikant. (Dtsch Zahnärztl Z 2011, 65: 100–111)

**Schlüsselwörter:** Kieferrelationsbestimmung, DIR-System, Reproduzierbarkeit, Zentrische Relation, Habituelle Interkuspitationsposition (HIKP)

**Introduction:** The aim of this study was to investigate the accuracy when registering the mandibular position using the DIR system in comparison with two other techniques (wax wafer, acrylic wafer).

**Material and Methods:** The centric and habitual relation of six fully dentate, caries-free test subjects without leading symptoms of a functional disorder were registered by two dentists at two different examination times using three registration techniques. Then 132 sets of models were measured three-dimensionally with an accuracy of 0,01mm in a measuring articulator. A total of 3960 measurements were then statistically evaluated.

**Results/Conclusion:** Bite registration (KRB) using the DIR technique is as reproducible as centric registration using an acrylic wafer and habitual wax wafer registration. The registration material had a significant effect on the accuracy of the registration. The dentists did not have any significant effect on the accuracy of the registration. The time of registration had a significant influence on the accuracy of the registration.

**Keywords:** bite registration, DIR system, reproducibility, centric relation, habitual intercuspidation position (HIKP)

<sup>1</sup> Praxis für Zahnheilkunde, Rubensstraße 22, 45147 Essen

<sup>2</sup> Abt. für Zahnärztliche Prothetik (Leitung: Dr. Eckhard Busche), Universität Witten/Herdecke, Alfred-Herrhausen-Straße 50, 58448 Witten

Peer-reviewed article: eingereicht: 30.03.2010, revidierte Fassung akzeptiert: 04.10.2010

DOI 10.3238/dzz.2011.0100

## 1 Einleitung

Die reproduzierbare und exakte Verschlüsselung der Relation von Unter- und Oberkiefer ist die Voraussetzung für eine schadenvermeidende Okklusion auf adjustierten Oberflächen und Zahnersatz [9] sowie obligat in der Funktionsdiagnostik und -therapie [42]. Der dreidimensionalen Zuordnung der Kiefer zueinander kommt bei der Therapie sowohl im unbezahnnten als auch im teil- sowie im bezahnten Gebiss große Bedeutung zu [39]. Dabei soll mit der Registrierung die Unterkieferposition gefunden werden, in der die Kondylen und die Kaumuskulatur unter okklusaler Aktivität minimal belastet werden und größtmögliche Effektivität erzielen [7]. Es existieren zahlreiche Methoden zur vertikalen und horizontalen Bestimmung der Kieferrelation [26], über deren Anwendung bis zum heutigen Tag kein Konsens bezogen auf eine geeignete Technik und das Einstellen einer physiologischen Unterkieferposition besteht [1]. In der zentrischen Kondylenposition liegen die Kiefergelenke nicht seitverschieben in einer kranio-ventralen Position bei physiologischer Kondylus-Diskus-Relation sowie physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe [6]. Die zentrische Relation (ZR) wird bei vorgegebener Vertikalrelation von den limitierenden Strukturen der Kiefergelenke ermöglicht und stimmt in der Regel nicht mit der maximalen Interkuspidationsposition überein. Die ZR ist die zahnkontaktlose Beziehung des Unterkiefers zum Schädel, in der die Kondylen mit der dünnsten, avaskulären Portion des Discus articularis, in der am weitesten anterior und superior gelegenen Position am dorsalen Abhang der Eminentia articularis unabhängig von Zahnkontakten artikulieren [18, 38]. Gegenwärtig lassen sich keine Aussagen darüber treffen, wo sich der Kondylus-Diskus-Komplex befindet, sofern die zentrische Kondylenposition eingenommen werden soll [17, 46]. Für orale Rehabilitationsmaßnahmen kann der Unterkiefer deshalb während der KRB in eine retrale Position geführt werden, weil dabei eine reproduzierbare Lage der Kondylen unabhängig von okklusalen Kontakten eingenommen wird [18, 39]. Eine Vielzahl von Entwicklungen verfolgt eine retrudierte Unterkieferposition. Diese ist reproduzierbar, weil sie die Kondylen

manuell forciert in eine Grenzposition bewegt [40]. Während der Schluckbissnahme z. B. kontrahieren die Adduktoren und Retraktoren des Schluckaktes [9, 12]. Weitere Techniken sind der Masseter-Griff [11], die Beißkraftbestimmung [2] oder die Kalottenbissnahme [8].

Zahlreiche Techniken sind mit einem hohen Maß an Übung für den Behandler verbunden und gehen deshalb mit unterschiedlichen vom Behandler abhängigen Registrierergebnissen einher [24].

Reproduzierbar und behandlerunabhängig ist die Pfeilwinkel- bzw. Stützstiftregistrierung nach Gerber [19]. Der Unterkiefer wird durch den Stützstift und die Kondylen an 3 Punkten abgestützt, so dass beide Kondylen zentriert werden [37].

Mit dem Dynamics Intraoral Registration (DIR)-System werden intraorale Stützstiftregistrare elektronisch und computergestützt positions- sowie kraftabhängig aufgezeichnet. Ziel dieser Studie war es, die Reproduzierbarkeit des Messsystems zu untersuchen. Ziel der folgenden Studie war daher:

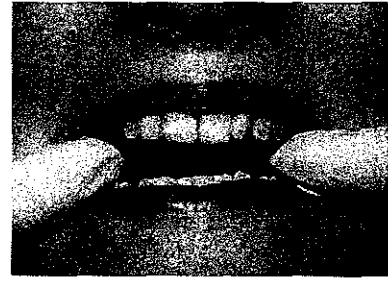
1. die Reproduzierbarkeit der Lagebestimmung mit dem DIR-Verfahren zu untersuchen sowie
2. die Abweichungen zur habituellen Interkuspidationsposition (HIKP) von der durch das Registrierungsverfahren verursachten Kondylenposition zu bestimmen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Die Untersuchungen wurden an 6 vollbezahnten, karies- und restaurationsfreien Probanden (2 Frauen, 4 Männer) ohne Leitsymptome einer craniomandibulären Dysfunktion mit einem Durchschnittsalter von 25 Jahren durchgeführt. Der Funktionszustand des craniomandibulären Systems wurde durch klinische Funktionsanalyse nach Maßgabe des klinischen Funktionsstatus von DGZMK und FDT überprüft [5].

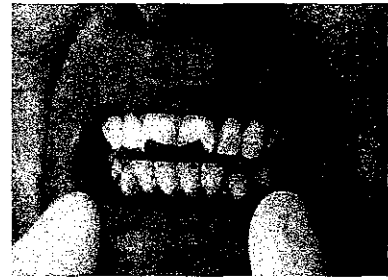
Es haben zwei Reihenuntersuchungen im Abstand von 4 Wochen stattgefunden, die von 2 Zahnärzten durchgeführt wurden. Hierbei handelte es sich um einen erfahrenen Zahnarzt mit 25 Jahren Berufs- sowie DIR-Systemerfahrung und um einen berufs- sowie



**Abbildung 1** Wachsplatte zur Anprobe.

Im nächsten Schritt erfolgte die Überschussentfernung und anschließend die Registrierung.

**Figure 1** Wax wafer for try-in. The next stage involved removal of the excess and then registration.



**Abbildung 2** Kunststoffplatte mit Detailpaste. Reposition des Trägers im Mund nach erfolgter KRB und Verschlüsselung.

**Figure 2** Acrylic wafer with detail paste. Repositioning of the wafer in the mouth after bite registration and indexing.

DIR-System unerfahrenen Assistenzzahnarzt. In der 1. Reihenuntersuchung wurden handgeführte Registrierungen mit Beauty Pink-Wachsplatten (Ubert Dental, Lohfelden/Deutschland), mit Primobyte-Kunststoffplatten (Primodent, Joachim Mosch, Bad Homburg/Deutschland) sowie Stützstiftregistrierungen mit dem DIR-System (DIR System mbH & Co. KG, Essen/Deutschland) vorgenommen. Zur intraoralen Verschlüsselung der Kunststoffregistratorträger wurde Primobyte-Detailpaste (Primodent, Joachim Mosch, Bad Homburg/Deutschland) verwendet. Die manuelle Führung des Unterkiefers während der Kunststoffplattenregistrierungen erfolgte mit der Grifftechnik nach Lauritzen [23]. Die Registrierungen wurden der Reihenfolge nach zuerst durch die KRB mit Wachsplatte (Abb. 1) gefolgt von der KRB mit Kunststoffplatte





**Abbildung 3** DIR-Registrierung.

**Figure 3** DIR registration.



**Abbildung 4** Messartikulator: CONDY-METER III 400 (SAM Präzisionstechnik, Gauting bei München/Deutschland) mit eingesetztem Modellpaar. Hier: Ein HIKP-Modellpaar mit genullten Messuhren.

**Figure 4** Measuring articulator: CONDY-METER III 400 (SAM Präzisionstechnik, Gauting near Munich/Germany) with mounted set of models. Here: A set of models in habitual intercuspation position (HIKP) with dial gauges set to zero.

(Abb. 2) und anschließend mit dem DIR-Verfahren (Abb. 3) durchgeführt. In der 2. Reihenuntersuchung wurden allein DIR-Registrierungen getätigt. Für die Kalibrierung eines Messartikulators (Condyrometer III 400, SAM Präzisionstechnik, Gauting bei München/Deutschland, Abb. 4) lag von jedem Probanden ein in habitueller Interkuspitation montiertes Modellpaar vor. Nach Montage der Oberkiefermodelle mittels arbiträrem Transferbogen (Axioquick III Transferbogen, SAM Präzisionstechnik, Gauting bei München/Deutschland) wurden hierfür Durchbissregistrare jedes Probanden mittels A-Silikon (Futar D Fast, Kettenbach Dental, Eschenburg/Deutschland) angefertigt.

Insgesamt wurden 132 Modellpaare einartikuliert. Nach dem Einartikulieren wurden die klinischen Registrare (Abb. 5) entfernt und die Artikulatoren bis auf ersten Zahnkontakt geschlossen. Diese Situation wurde zur Stabilisierung und Übertragung in den Messartikulator mit Silikonschlüsseln aus Futar D Fast (Kettenbach Dental, Eschenburg/Deutschland) fixiert. So wurde im Messartikulator die dreidimensionale Kondylarkugelaußenlenkung jedes Modellpaares sowohl mit dem interokklusalen Registrat (klinisch) als auch mit dem Jig für die abgesenkte Relation (abgesenkt) abgelesen. Lediglich die nach dem Wachsverfahren einartikulierten Modellpaare sind allein in der abgesenkten Relation im Condyrometer vermessen worden, da sich die Wachsplatten bereits kurze Zeit nach dem Einartikulieren verformt hatten.

Jedes Modellpaar ist für die Mittelwertermittlung der statistischen Auswertung fünfmal im Condyrometer vermessen worden. Demnach ergaben sich insgesamt 132 zu vermessende Modellpaare. Daraus resultierten 3960 Messwerte, die auf den Messuhren des Condyrometers abgelesen und anschließend statistisch ausgewertet wurden.

## 2.2 Statistische Auswertung

Für die statistischen Auswertungen und die Erstellung der Graphiken wurde die Statistiksoftware Stata verwendet (Stata/IC 10.1 for Windows, StataCorp LP, 4905 Lakeway Drive, College Station, TX 77845/USA).

Die Deskription der Verteilung der Abweichungen von der HIKP erfolgt anhand von Boxplots, in denen der Median, das untere und obere Quartil sowie Ausreißer dargestellt werden. Zusätzlich beinhalten diese Graphiken den Mittelwert der HIKP-Abweichungen (Symbol x).

Ob das Registrierungsverfahren (Wachsplatten(Wp)- und Kunststoffplattenverfahren (Kp) im Vergleich zum DIR-Verfahren (DIR)) und der Zahnarzt (ZA) einen signifikanten Einfluss auf die Abweichungen von der HIKP haben, wurde mit Hilfe von Varianzanalysen untersucht.

Um die Reproduzierbarkeit zu analysieren, wurden pro Proband unter Berücksichtigung der Faktoren Verfahren, Untersuchung, Zahnarzt und Seite die Standardabweichungen der 5 Messwie-

derholungen im Condyrometer berechnet. Diese Standardabweichungen werden anhand von Mittelwert (Mw), Standardabweichung (SD), Median sowie Minimum und Maximum (Min-Max) tabellarisch beschrieben.

Um zu untersuchen, ob die Reproduzierbarkeit vom Registrierungsverfahren, vom interokklusalen Registrierematerial, dem Zahnarzt oder dem Untersuchungszeitpunkt abhing, wurden separate Varianzanalysen (gemischte Modelle mit festen Effekten und zufälligem Interzept) durchgeführt.

Die Ergebnistabellen der Varianzanalysen zur Abweichung von der HIKP und zur Reproduzierbarkeit geben die geschätzten Koeffizienten der interessierenden Faktoren (Koeff), das 95%-Konfidenzintervall (95%-KI) des Koeffizienten und den p-Wert des Tests, dass der Koeffizient gleich Null ist, an. Das 95%-Konfidenzintervall beschreibt den Bereich, in dem der Koeffizient mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.95 liegt. Alle Tests erfolgten zweiseitig zum Signifikanzniveau 0.05. Ein Faktor hat also genau dann zum Niveau 0.05 einen signifikanten Einfluss auf die Abweichung von der HIKP bzw. auf die Reproduzierbarkeit, wenn der p-Wert kleiner 0.05 ist.

## 2.3 Gerätebeschreibung

Das Messsystem besteht im Wesentlichen aus einer elektronischen Registrierplatte (Messsensor, Abb. 6 unten Mitte), einem Messverstärker (Abb. 6 unten rechts) und einem elektronischen Kreuzmesstisch (Abb. 6 oben Mitte).

Der Sensor wird in den Unterkiefer eingesetzt und ermöglicht eine kontinuierliche, interferenzfreie zweidimensionale Aufzeichnung der horizontalen Unterkieferbewegung mit einer Genauigkeit von 0,01 mm (Herstellerngabe) bei gleichzeitiger Reproduktion der aufgebrauchten Kieferschlusskraft mit einer Genauigkeit von 0,1 Newton (N) (Herstellerngabe).

Die Positioniereinheit des Kreuzmesstisches (Abb. 6 oben rechts) übernimmt die berechneten Daten der Sollposition des Unterkiefers.

Im Koordinatendisplay eines Laptop verfolgt der Proband über einen farbigen Anzeigebalken die von ihm konstant aufgebrachte Kieferschließkraft von 20 N bis 30 N. Der Behandler ver-





**Abbildung 5** Links: Wachsplatte. Mitte: Kunststoffplatte mit Detailpaste. Rechts: Unterkiefer-Sensorträger mit Messsensor und Silikonverschlüsselung.

**Figure 5** Left: Wax wafer. Centre: Acrylic wafer with detail paste. Right: Mandibular sensor holder with sensor and silicone index.

(Abb. 1-9; Tab. 1-5: A. Dietzel)



**Abbildung 6** Wesentliche Komponenten des DIR-Messsystems.

Links: Laptop mit USB- und serieller Schnittstelle sowie Software WinDir 1.1 (Koordinatendisplay). Oben Mitte: Elektronischer Kreuzmesstisch mit internen elektronischen Schrittmotoren. Oben rechts: Positioniereinheit des Kreuzmesstisches mit Zentrierstift. Unten Mitte: Messsensor mit Identifikationsstecker. Unten rechts: Messverstärker.

(Abb. 6: DIR System mbH&Co.KG, Essen).

**Figure 6** Essential components of the DIR measuring system. Left: Laptop with USB and serial interface as well as WinDir 1.1 software (coordinates display). Top centre: Electronic x-y measurement table with internal electronic stepper motors. Top right: Positioning unit of the x-y measurement table with centring pin. Bottom centre: Sensor with identification connector. Bottom right: Measurement amplifier.

folgt im Display die in Echtzeit aufgezeichneten Bewegungsbahnen des Pfeilwinkels (Abb. 6 links).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Registriergenauigkeit der Verfahren

Die folgenden Tabellen zeigen das Ausmaß der Abweichungen zwischen den Registrierverfahren (Tab. 1-3; Spalte Koeffizient). Für die statistischen Varianzanalysen wurde DIR als Referenzkategorie festgelegt, da es in beiden Reihenuntersuchungen eingesetzt worden war. Dies traf für Wp und Kp nicht zu. Die Wachsplatten erwiesen sich zusätzlich als nicht lagerungsstabil. Deshalb wurden die Werte für Wp durchgehend ohne interokklusal reponierte Wachsplatten berechnet. Im Falle einer Referenzkategorie „Wp“ hätten lediglich die Unterschiede ohne interokklusales Registrat (Wp, Kp, DIR) berechnet werden können. Alternativ zu DIR hätte Kp als Referenzkategorie herangezogen werden können. Die p-Werte bzw. Aussagen über signifikante Unterschiede ändern sich dadurch nicht. Die Werte für die Relationen mit den klinisch angefertigten Registraten werden im laufenden Kapitel mit

„klinisch“ bezeichnet. Jene Werte für die im Artikulator abgesenkten und mit einem Silikon Schlüssel fixierten Relationen werden mit „abgesenkt“ bezeichnet.

Dabei unterschieden sich die Registrierergebnisse (RE) von Kp und DIR klinisch signifikant in der vertikalen Ebene (Tab. 1: klinisch Kunststoff rechts  $p = 0,000$ ; links  $p = 0,009$ ). Dies traf für die abgesenkte Relation nicht zu: Nach Entfernen des interokklusalen Registrates und Schließen des Artikulators auf ersten Zahnkontakt (abgesenkt) im Condymeter unterschieden sich die RE von Kp und DIR nicht signifikant (Tab. 1: abgesenkt Kunststoff rechts  $p = 0,383$ ; links  $p = 0,344$ ). Im Durchschnitt ließen die Kunststoffplattenregistrierungen in der abgesenkten Relation die Condymeter-Kondylen  $0,03$  mm über den Kondylenstellungen der DIR-Registrierungen stehen (Tab. 1: abgesenkt Kunststoff rechts/ links =  $0,03$ mm). Im Durchschnitt positionierten die Wachsplattenregistrierungen die Artikulorkondylen rechts =  $0,1$  mm und links =  $0,13$  mm über denen der DIR-Registrierungen (Tab. 1: abgesenkt Wachs). Die Wachsplattenregistrierungen unterschieden sich signifikant von den DIR-Registrierungen (Tab. 1: abgesenkt Wachs rechts  $p = 0,001$ ; links  $p = 0,000$ ). Dieser Trend ließ sich an beiden Artiku-

laturkondylen in allen Ebenen des Raumes beobachten.

In der transversalen Ebene unterschieden sich die RE von Kp und DIR signifikant, sofern sich das Registriermaterial interokklusal befand (Tab. 2: klinisch Kunststoff  $p[\text{rechts}] = 0,001$  und  $p[\text{links}] = 0,003$ ). Das Kp stellte die Artikulorkondylen weiter rechtslateral ein als DIR (Tab. 2: klinisch Kunststoff rechts =  $0,18$  mm; links =  $-0,16$  mm). Nach Entfernung des interokklusalen Registrates und Schließen des Artikulators unterschieden sich die RE von Kp und DIR nicht signifikant (Tab. 2: abgesenkt Kunststoff rechts  $p = 0,080$ ; links  $p = 0,090$ ). Die RE von Wp und DIR unterschieden sich signifikant (Tab. 2: abgesenkt Wachs rechts; links  $p = 0,000$ ). Das Wp stellte die Artikulorkondylen ebenfalls weiter rechtslateral ein als DIR (Tab. 2: abgesenkt Wachs rechts =  $0,21$  mm; links =  $-0,21$  mm).

Laut Tabelle 3 unterschieden sich die RE von DIR und Kp signifikant bei der Positionierung der sagittalen Artikulorgelenkposition mit interokklusal belassenem Registrat (Tab. 3: klinisch Kunststoff  $p = 0,000$ ). Abgesenkt unterschieden sich DIR und Kp nicht signifikant (Tab. 3:  $p[\text{rechts}] = 0,165$ ;  $p[\text{links}] = 0,539$ ). Das Kp verschlüsselte mit und ohne interokklusale Platte die Artikulorkondylen



Vertikal Rechter-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI		p-Wert
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	-0,08	-0,11	-0,05	0,000
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0,03	-0,03	0,08	0,383
	Wachs	0,10	0,04	0,16	0,001
Vertikal Linker-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI		p-Wert
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0,09	0,02	0,15	0,009
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0,03	-0,03	0,09	0,344
	Wachs	0,13	0,07	0,19	0,000

**Tabelle 1** Darstellung der Unterschiede zwischen den Registrierverfahren in der vertikalen Ebene. Koeffizient = durchschnittliche Position der Artikulorkondylen. Negatives Vorzeichen = kaudale Position/positives Vorzeichen = kraniale Position der Artikulorkondylen. 95%-KI = 95%-Konfidenzintervall (Bereich, in dem die Unterschiede zwischen den Verfahren = Koeffizient mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 liegen). R = Referenzkategorie. Klinisch = Position der Artikulorkondylen mit interokklusalem Registrat (Wachs-, Kunststoffplatten, Silikon(DIR)-Registrate) im Messartikulator. Abgesenkt = Position der Artikulorkondylen ohne interokklusales Registrat auf erstem Zahnkontakt im Messartikulator.

**Table 1** Illustration of the differences between the registration techniques in the vertical plane. Coefficient = average position of the articulator condyles. Negative sign = caudal position/ positive sign = cranial position of the articulator condyles. 95% K = 95% confidence interval (range in which the differences between the techniques = coefficient lie at a probability of 0.95). R = Reference category. Clinical = Position of the articulator condyles with interocclusal registration (wax wafer, acrylic wafer, silicon (DIR) registration) in the measuring articulator. Lowered = Position of the articulator condyles without interocclusal registration on initial tooth contact in the measuring articulator.

Transversal Rechter-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI		p-Wert
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0,18	0,08	0,28	0,001
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0,08	-0,01	0,17	0,080
	Wachs	0,21	0,12	0,30	0,000
Transversal Linker-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI	p-Wert	
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	-0,16	-0,26	-0,05	0,003
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	-0,08	-0,17	0,01	0,090
	Wachs	-0,21	-0,30	-0,12	0,000

**Tabelle 2** Darstellung der Unterschiede zwischen den Registrierverfahren in der transversalen Ebene. Negatives Vorzeichen: rechter Kondylus = Linkslateral-, linker Kondylus = Rechtslateralverschiebung der Artikulorkondylen. Positives Vorzeichen: rechter Kondylus = Rechtslateral-, linker Kondylus = Linkslateralverschiebung der Artikulorkondylen. Übrige Angaben siehe Legende Tabelle 1.

**Table 2** Illustration of the differences between the registration techniques in the transversal plane. Negative sign: right condyle = left lateral displacement, left condyle = right lateral displacement of the articulator condyles. Positive sign: right condyle = right lateral displacement, left condyle = left lateral displacement of the articulator condyles. Other data see legend Table 1.

rechts anteriorer und links posteriorer als DIR (Tab. 3: klinisch Kunststoff rechts = -0,19 mm; links = 0,27 mm).

Die sagittale Auslenkung verringerte sich nach Entnahme der Registrare aus dem Condymeter rechts um etwa ein Fünftel, links um etwa ein Viertel (Tab. 3: abgesenkt Kunststoff rechts = -0,04 mm; links = 0,02 mm). Wp und DIR unterschieden sich signifikant ( $p = 0,000$ ). Die Relation durch Wachsplatten einartikuliert positionierte die Artikulorkondylen im Durchschnitt 0,1 mm bis 0,2 mm posteriorer als jene registriert durch das DIR-Verfahren (Tab. 3: abgesenkt Wachs rechts = 0,11 mm; links = 0,19 mm).

### 3.2 Abweichungen zur HIKP

In allen Kontrollmessungen im Condymeter wurde die Differenz zwischen den Artikulorkondylenstellungen der eingesetzten Registrierverfahren (Wachs-, Kunststoffplatten- und DIR-Verfahren) und der individuellen HIKP jedes Probanden gemessen. In den Abbildungen 7 bis 9 wird die Auslenkung beider Artikulorkondylen ausgehend von der HIKP im Vergleich der Registrierverfahren dargestellt. Die Messungen im Condymeter erfolgten auf erstem Okklusionskontakt ohne interokklusales Registrat (abgesenkt).

Mit allen 3 Registrierverfahren wurde stets entfernt von der HIKP verschlüsselt. In der vertikalen Dimension (Abb. 7) wurde mit dem DIR-Verfahren im Median 0,12 mm über der HIKP registriert. Mit dem Kunststoffplattenverfahren wurde im Median 0,13 mm; mit dem Wachsplattenverfahren wurde im Median 0,18 mm über der HIKP verschlüsselt.

In der transversalen Ebene ließen sich für alle Registrierverfahren im Median keine deutlichen Abweichungen von der HIKP feststellen. Mittel- und Medianwerte stimmten mit der HIKP überein. ZA 1 zeigte bei der Kieferrelationsbestimmung mit Kp untere Ausreißer = -0,59 mm sowie obere Ausreißer = 0,59 mm (Abb. 8).

Für alle Registrierverfahren zeigte sich in der sagittalen Ebene (Abb. 9) die Anteriorverschiebung der Artikulorkondylen vor die HIKP. Beide Zahnärzte registrierten sowohl mit dem DIR-Verfahren (Abb. 9: ZA 1 Median und Mittelwert = -0,3 mm; ZA 2 Median und Mittelwert = -0,29 mm) als auch mit dem



Sagittal Rechter-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI		p-Wert
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	-0.19	-0.27	-0.12	0.000
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	-0.04	-0.09	0.02	0.165
	Wachs	0.11	0.05	0.16	0.000

Sagittal Linker-Kondylus		Koeffizient (mm)	95%-KI		p-Wert
klinisch	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0.27	0.19	0.36	0.000
abgesenkt	DIR R	0	-	-	-
	Kunststoff	0.02	-0.05	0.10	0.539
	Wachs	0.19	0.11	0.26	0.000

**Tabelle 3** Darstellung der Unterschiede zwischen den Registrierverfahren in der sagittalen Ebene. Negatives Vorzeichen = anteriore Position/ positives Vorzeichen = posteriore Position der Artikulorkondylen. Übrige Angaben siehe Legende Tabelle 1.

**Table 3** Illustration of the differences between the registration techniques in the sagittal plane. Negative sign = anterior position/ positive sign = posterior position of the articulator condyles. Other data see legend Table 1.

Kunststoffplatten- (Abb. 9: ZA 1 Median = -0,32 mm; ZA 2 Median = -0,3 mm) und dem Wachsplattenverfahren (Abb. 9: ZA 1 Median = -0,25 mm; ZA 2 Median = -0,34 mm) im Median 0,3 mm vor der HIKP. Allerdings differierte die Verteilung der Werte teilweise erheblich: So registrierte ZA 2 im oberen Quartil mit Kp in der HIKP (Abb. 9) während ZA 1 im oberen Quartil 0,24 mm vor der HIKP (Abb. 9) verschlüsselte. Beim Wp standen die Artikulorkondylen bei ZA 1 im oberen Quartil 0,127 mm hinter der HIKP (Abb. 9) und bei ZA 2 0,18 mm vor der HIKP (Abb. 9).

### 3.3 Einfluss der Zahnärzte auf die Registriergenauigkeit

Tabelle 4 stellt dar, inwieweit die Ergebnisse der vorgenommenen Kieferrelationsbestimmungen zwischen den Zahnärzten signifikant voneinander abwichen bzw. übereinstimmten. Bei der Berechnung für die in Tabelle 4 notierten Werte wurde sowohl der Einfluss des ZA kontrolliert als auch die Interaktionen zwischen ZA, Verfahren und der Seite (linker/rechter Condylometer-Kondylus) berücksichtigt. Dabei unterschieden sich die Registrierergebnisse der Zahnärzte weder in der Vertikalen noch in der Transversalen oder Sagittalen signifikant in der Genauigkeit der Registrierungen (Tab. 4: ZA 2<sup>1)</sup> vertikal, transver-

sal, sagittal). Sie unterschieden sich ebenso zwischen rechts und links nicht signifikant in allen Ebenen. Bei einzelnen Registraten zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede (Tab. 4).

### 3.4 Einfluss des Registrierzeitpunkts auf die Registriergenauigkeit

Der Zeitpunkt der Registrierung hatte einen signifikanten Einfluss auf die Reproduzierbarkeit (Tab. 5:  $p < 0,05$ ). Die DIR-Registrierungen der 1. Reihenuntersuchung waren reproduzierbarer als die DIR-Registrierungen der 2. Reihenuntersuchung. Im Durchschnitt wurde in der 2. Reihenuntersuchung 0,04 mm weiter kranial, 0,02 mm weiter rechts- bzw. links-lateral und 0,03 mm weiter posterior registriert als 4 Wochen vorher (Tab. 5: Koeff.).

## 4 Diskussion

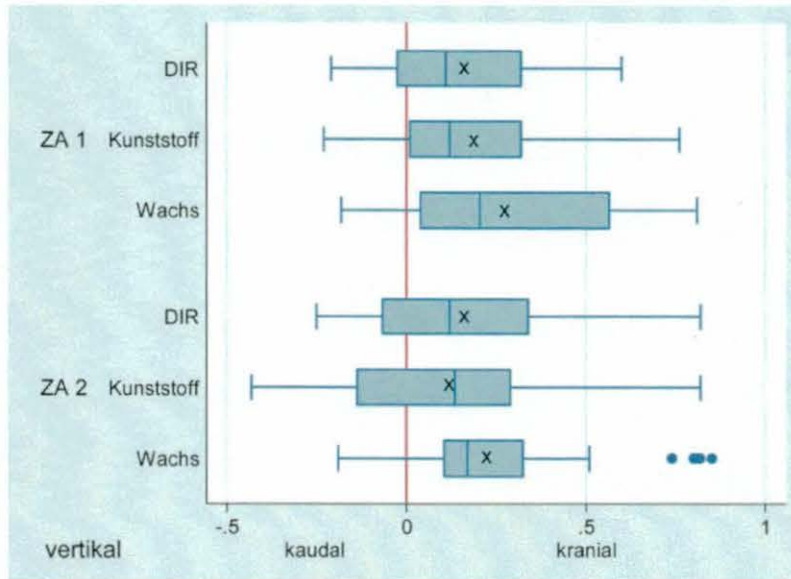
Das in der vorliegenden Untersuchung eingesetzte Dynamics Intraoral Registration (DIR)-System (DIR-System mbH&Co.KG, Essen/Deutschland) ermöglicht es laut Hersteller, intraorale Stützstiftregistrare elektronisch positions- und kraftabhängig in Echtzeit visualisiert auf dem Monitor eines Laptop aufzuzeichnen. Nach Angaben des Her-

stellers dient das Gerät dem Zweck, die individuelle physiologische Unterkieferposition zu bestimmen. Aus der physiologischen Unterkieferposition resultiert die effektive Wirkweise der biologischen Regelkreise des stomatognathen Systems [45]. Die Digitalisierung von Registrierungsverfahren dient vorrangig der Datenspeicherung und damit einhergehend der zeitunabhängigen Reproduktion der aufgezeichneten Bewegungsabläufe [30, 32].

Der Umgang mit den Geräten erfolgt stets durch einen geschulten (DIR-System autorisierten) und anwesenden Zahntechnikermeister. Die Stützstiftregistrierung selbst wird von einer/m geschulten (DIR-System zertifizierten) Zahnärztin bzw. Zahnarzt vorgenommen. Die Systemkomponenten werden von einem autorisierten zahntechnischen Labor geleast, das wiederum einer/m zertifizierten Zahnärztin/Zahnarzt die Geräte zur Verfügung stellt. In zwei sog. Fortbildungsmodulen müssen DIR-Anwender (Labor und Zahnärztin/Zahnarzt) die Autorisierung bzw. Zertifizierung erlangen, bevor die korrekte Umsetzung am Patienten stattfinden darf. So soll die fehlerfreie Bedienung der Systemkomponenten in vivo mit den Kenntnissen über das craniomandibuläre System gewährleistet werden.

Für die Verschlüsselung der bei der Stützstiftregistrierung entstehenden interokklusalen Abstände ist ein stabiles und voluminöses Registriermaterial erforderlich [48]. In der vorliegenden Untersuchung wurde deshalb das A-Silikon Futar D verwendet (Fa. Kettenbach Dental, Eschenburg/Deutschland), weil es sich durch große Materialhärte und große Genauigkeit beim Übertragen in die Modellsituation auszeichnet [27]. Zahlreiche Autoren bestätigen die geringen Schrumpfungswerte, die Formstabilität, die Reproduzierbarkeit bei der Modellübertragung und die klinisch nicht signifikanten Abweichungen additionsvernetzender Silikone [4, 10, 27, 44]. Bei der Registrierung der handgeführten Zentrik ist lichthärtender Kunststoff (Fa. Primodent, Joachim Mosch, Bad Homburg/Deutschland) verwendet worden. Lassila zeigte in seinen Untersuchungen, dass dünne Kunststoffplattenregistrare trotz ihrer Bruchanfälligkeit dimensionsstabil bleiben [21] und sich durch hohe Form- und Lagerungsstabilität mit hoher Verwindungssteifigkeit





**Abbildung 7** Boxplots der Werteverteilung für die vertikalen Positionen beider Artikulorkondylen. Die rote Nulllinie markiert die HIKP. Die Angaben erfolgen in Millimeter. ZA 1 = erfahrener Zahnarzt. ZA 2 = unerfahrener Zahnarzt. X = Mittelwert der HIKP-Abweichungen.

**Figure 7** Box plots of the value distribution for the vertical positions of the two articulator condyles. The red zero line denotes the habitual intercusation position (HIKP). Measurements are in millimetres. Dentist 1 (ZA 1) = experienced dentist. Dentist 2 (ZA 2) = inexperienced dentist. X = mean of the habitual intercusation position (HIKP) deviations.

auszeichnen. Dimensionsveränderungen betragen im Durchschnitt 0,03 mm [7].

Die verwendeten Beauty Pink-Wachsplatten (Ubert Dental, Lohfelden/Deutschland) erwiesen sich im Vergleich als wenig lagerungsstabil mit geringer Genauigkeit und rasch eintretenden Dimensionsänderungen. Darin spiegeln sich die in der Literatur beschriebenen materialbedingten Nachteile von Wachs wieder [3, 10, 21, 29, 43, 44].

Die Stützstiftregistrierung erfordert die vertikale Sperrung [9]. Dies bestätigt die intraorale Stützstiftregistrierung mit dem DIR-Verfahren. Die Ursachen hierfür liegen einerseits in der interokklusalen Entkoppelung für eine interferenzfreie Aufzeichnung des Pfeilwinkels, die bei jeder Stützstiftregistrierung erforderlich ist, und zum anderen in der Ausführung des Sensorkabels aus dem Mund heraus. In der vorliegenden Untersuchung wurde die interokklusale Sperrung mit den am Stützstift befestigten Distanzringen eingestellt. Im Mittel betrug die interferenzfreie okklusale Sperrung sowohl bei den DIR- als auch bei den Wachs- und Kunststoffplattenregistrierten 3 mm.

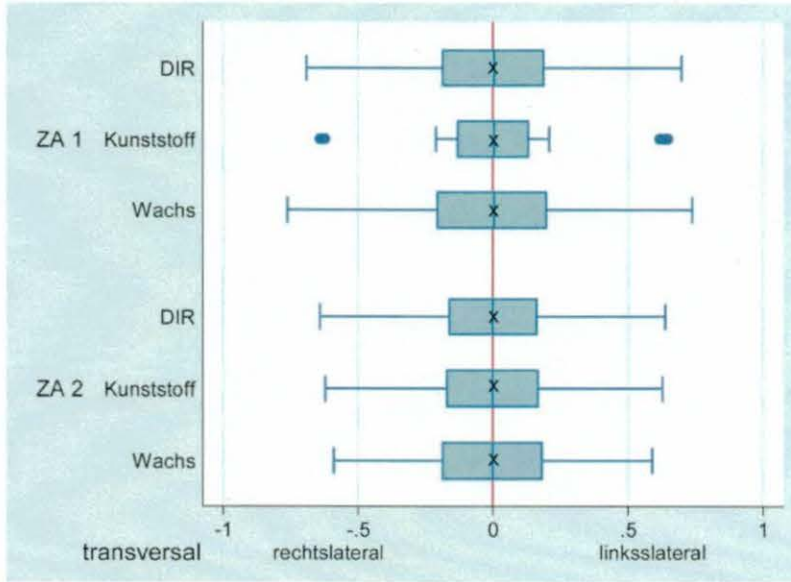
Die Werte an den Condymeter-Kondylen unterschieden sich signifikant zwischen den Registrierverfahren ( $p < 0,05$ ) in allen Ebenen des Raumes (Tab. 1–3: vertikal, transversal, sagittal). Kunststoffplatten- und DIR-Verfahren unterschieden sich signifikant in allen Ebenen (Tab. 1–3: Kunststoff klinisch  $p = 0,000$  bis  $p = 0,009$ ), sofern die einartikulierten Modelle mit Registrat in den Messartikulator (klinisch) gesetzt worden waren. Die Modellpaare aus den Wachsregistrierungen konnten in diesem Vergleich aufgrund der mangelhaften Lagerungsstabilität der Wachsplatten nicht berücksichtigt werden. Alle Modellpaare sind im Anschluss daran ohne das klinische Registrat in den Condymeter (abgesenkt) gesetzt worden. Dabei zeigten die Kondylenstellungen des Condymeter sowohl mit den Modellpaaren nach dem Kunststoffplatten- als auch mit denen nach dem DIR-Verfahren einartikuliert keine signifikanten Unterschiede (Tab. 1–3: Kunststoff abgesenkt  $p = 0,080$  bis  $p = 0,539$ ).

Grundsätzlich lagen die Relationen im Condymeter (SAM Präzisionstechnik, Gauting bei München/Deutschland) näher an der Kondylenstellung

der HIKP, wenn sie ohne das im Probandenmund genommene Registrat (abgesenkt) eingesetzt wurden. In einer Studie von Utz et al. beträgt die mittlere okklusale Sperrung 3,4 mm [41]. Nach Angaben von Fröhlich und Körber liegt die Sperrung in der Regel zwischen 2 mm und 4 mm [9]. Okklusale Sperrungen dieser Größenordnung befinden sich im Bereich der physiologischen Ruhelage des Unterkiefers [6, 47], in der die Rotationsbewegung des Patienten im Artikulator noch simuliert werden kann [43]. In einer weiteren Studie von Utz et al. betragen die Werte der inzisalen Sperrung sowohl mit der Stützstiftmethode als auch mit einer Wachsplatte 2 mm bis 7 mm und mit einem Kunststoffregistrat 4 mm bis 8 mm [43]. Um diese Beträge ist die Vertikaldistanz im Artikulator wieder abzusenken [3, 9]. Grundlage ist immer die möglichst exakte Übereinstimmung von Artikulator- und individueller Scharnierachse, weil z. B. eine nach kaudal verschobene Artikulatorachse in der vertikalen Dimension eine Distalverlagerung des Unterkiefers am Patienten verursacht [9]. In unserer Studie bewegten sich die Standardabweichungen der 3 Registrierverfahren in einem Bereich von 0,004 mm bis 0,02 mm. Der geringste Unterschied zur HIKP betrug demnach 0,004 mm und der größte 0,02 mm. Die Standardabweichungen der DIR-Registrierungen betragen 0,009 mm bis 0,018 mm. Nimmt man an, dass die Kondylenstellung des Condymeter mit HIKP-Modellpaaren der Scharnierachse der Probanden entsprach, so wichen alle 3 Registrierverfahren wenigstens 0,004 mm und höchstens 0,02 mm von dieser Achse ab.

Die Modellpaare der Wachsregistrierungen zeigten sich an den Kondylen des Condymeter signifikant verschieden von denen der DIR-Registrierungen (Tab. 1–3: Wachs abgesenkt  $p = 0,000$  bzw.  $p = 0,001$ ). Im Durchschnitt ließen die Wachsplattenregistrierungen die Condymeter-Kondylen in der Vertikalen 0,1 mm bis 0,13 mm weiter kranial (Abb. 7; Tab. 1: Wachs abgesenkt), in der Transversalen 0,21 mm weiter rechts-lateral (Tab. 2: Wachs abgesenkt) und in der Sagittalen 0,11 mm bis 0,19 mm weiter posterior als das DIR-Verfahren stehen (Tab. 3: Wachs abgesenkt). Das Kunststoffplattenverfahren stellte die Artikulorkondylen in der vertikalen Dimension im Durchschnitt 0,03 mm





**Abbildung 8** Boxplots der Werteverteilung für die transversalen Positionen beider Artikulator-kondylen. Die rote Nulllinie markiert die HIKP. Die Angaben erfolgen in Millimeter. ZA 1 = erfahrener Zahnarzt. ZA 2 = unerfahrener Zahnarzt. X = Mittelwert der HIKP-Abweichungen.

**Figure 8** Box plots of the value distribution for the transversal position of the two articular condyles. The red zero line denotes the habitual intercuspation position (HIKP). Measurements are in millimetres. Dentist 1 (ZA 1) = experienced dentist. Dentist 2 (ZA 2) = inexperienced dentist. X = mean of the habitual intercuspation position (HIKP) deviations.

weiter kranial, in der Transversalen 0,08 mm weiter rechtslateral und in der Sagittalen rechts 0,04 mm weiter anterior, links 0,02 mm weiter posterior ein als das DIR-Verfahren (Tab. 1–3: Kunststoff abgesenkt). Mit allen 3 Registrierungsverfahren wurde stets von der jeweiligen Probanden-HIKP entfernt verschlüsselt. In der vertikalen Ebene war durchgehend über der vermuteten Kondylenstellung der HIKP im Artikulator registriert worden. Beim DIR-Verfahren wurde mit 0,12 mm der HIKP am nächsten registriert (Abb. 7). Die Modellpaare nach dem Kunststoffplattenverfahren einartikuliert lagen 0,13 mm und die des Wachsverfahrens 0,18 mm über der vermuteten HIKP-Kondylenstellung (Abb. 7). Utz et al. berichten von 0,27 mm  $\pm$  0,27 mm Abweichungen in der Vertikalen im Kondylargehäuse mit der Stützstiftmethode, 0,3 mm  $\pm$  0,29 mm beim Kunststoffplattenverfahren und 0,22 mm  $\pm$  0,2 mm beim Wachsverfahren [43]. In der gleichen Untersuchung betragen die transversalen Abweichungen beim Stützstiftverfahren 0,19 mm  $\pm$  0,18 mm, beim Kunststoffplattenverfahren 0,13 mm  $\pm$  0,13 mm und beim Wachsverfahren 0,11 mm  $\pm$  0,08 mm.

Die sagittalen Abweichungen betragen nach Utz et al. bei der Stützstiftmethode und beim Kunststoffplattenverfahren im Median 0,34 mm und beim Wachsverfahren im Median 0,27 mm [43]. In unserer Studie wurde in der sagittalen Ebene durch alle Registrierungsverfahren vor der HIKP verschlüsselt (Abb. 9). Im Median lagen die Artikulorkondylen 0,3 mm vor der HIKP beim Wachs-, Kunststoffplatten- und DIR-Verfahren. Laut einer Untersuchung von Staehle betragen die Abweichungen in der Sagittalebene bei einem zentrischen Wachsregistrator gemessen im Kondylarbereich etwa 0,6 mm [36].

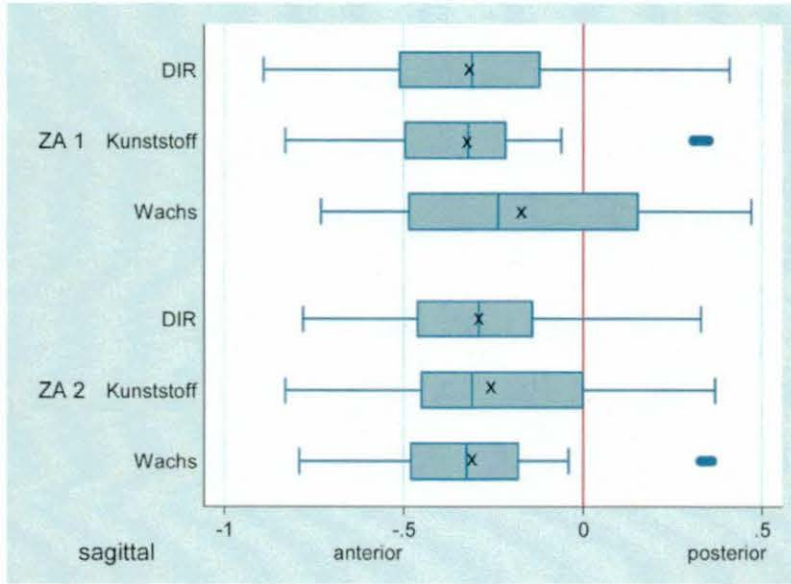
In der Literatur wird stets darauf hingewiesen, dass Abweichungen in den Ebenen an den Kondylargehäusen gemessen werden. Die Ursachen liegen während des Einartikulierens im Abbinde- und Expansionsverhalten des Artikulationsgipses und in einer fehlerhaften Gesichtsbogenübertragung sowie im Probanden- und Registratorenfaktor zu verschiedenen Tageszeiten [20, 34].

Die in den Kondylargehäusen gemessenen Abweichungen durch verschiedene Registrierungsverfahren verursacht betragen bei Körber und Landt  $\pm$  4 mm sagittal,

vertikal und transversal  $\pm$  1,3 mm, bei Ott et al.  $\pm$  3 mm in der Sagittal- und Vertikalebene [20, 31]. Es muss dennoch berücksichtigt werden, dass eine Kondylenpositionsanalyse nicht Gegenstand der vorliegenden Studie war. Demnach können keine gesicherten Aussagen über die tatsächliche Kondylenposition unserer Probanden in der habituellen Interkuspitationsposition getroffen werden. Man kann davon ausgehen, dass bei den Probanden wie beim Großteil der Menschen die maximale Interkuspitationsposition mit der habituellen Interkuspitationsposition übereinstimmt und etwa 1 mm ventral der retralen Kontaktposition liegt [33]. Jene Menschen gleiten beim Schluckakt in die Retrale [9]. Darüber hinaus sollten in vorliegender Untersuchung schon bei der Verschlüsselung und beim Einartikulieren der mit dem Silikon-Durchbissregistrator genommenen HIKP-Modellpaare Toleranzen einkalkuliert werden. Bereits zu diesem Zeitpunkt könnten Abweichungen von der tatsächlichen HIKP und ihrer Kondylenstellung aufgetreten sein.

Sofern die Zahnärzte als Einflussfaktoren auf die Reproduzierbarkeit untersucht worden waren, ergaben die Varianzanalysen, dass beide Zahnärzte keinen signifikanten Einfluss auf die Genauigkeit der Registrierungen hatten (Tab. 4: ZA 2<sup>1)</sup> vertikal, transversal, sagittal  $p = n.s.$ ). In der Vertikalen sind die Mittelwerte der Zahnärzte bei nahezu allen Registrierungsverfahren identisch. Bei DIR-Registrierung 4 weicht ZA 2 signifikant von ZA 1 in allen Ebenen ab (Tab. 4: ZA 2 DIR 4<sup>7)</sup>  $p = 0,011/0,000/0,050$ ). Die Zahnärzte unterscheiden sich statistisch signifikant beim Kunststoffplattenverfahren in der Sagittalebene (Tab. 4: ZA 2 Kunststoff<sup>3)</sup>  $p = 0,048$ ). Beim DIR-Verfahren liegen sowohl signifikante als auch nicht signifikante Unterschiede zwischen den Zahnärzten vor. Die Ursache hierfür könnte in der verschiedenen fortgeschrittenen DIR-Erfahrung der Zahnärzte zu finden sein. Im Einzelnen könnte ein Grund für die verschiedenen Signifikanzniveaus bei allen DIR-Registrierungen in der Fähigkeit bzw. Unfähigkeit des forcierten Auffindens der retralen Unterkieferposition durch den Zahnarzt sein. In den klinischen Untersuchungen der vorliegenden Studie (1. und 2. Reihenuntersuchung) hatte sich gezeigt, dass der erfahrene Zahnarzt eher in der Lage war, eine retrale Kon-





**Abbildung 9** Boxplots der Werteverteilung für die sagittalen Positionen beider Artikulorkondylen. Die rote Nulllinie markiert die HIKP. Die Angaben erfolgen in Millimeter. ZA 1 = erfahrener Zahnarzt. ZA 2 = unerfahrener Zahnarzt. X = Mittelwert der HIKP-Abweichungen.

**Figure 9** Box plots of the value distribution for the sagittal position of the two articulator condyles. The red zero line denotes the habitual intercuspal position (HIKP). Measurements are in millimetres. Dentist 1 (ZA 1) = experienced dentist. Dentist 2 (ZA 2) = inexperienced dentist. X = mean of the habitual intercuspal position (HIKP) deviations.

dylenposition zu finden als der unerfahrene. Bezogen auf die Reproduzierbarkeit ist der Einflussfaktor Zahnarzt nicht signifikant. In allen Ebenen ist die Genauigkeit der Registrierungen statistisch nicht signifikant vom Zahnarzt abhängig. Alle DIR-Registrierungen zeigten in der Transversalebene die kleinsten und in der Vertikalebene die größten Unterschiede.

Die DIR-Registrierungen der 1. Reihenuntersuchung waren reproduzierbarer als die DIR-Registrierungen der 2. Reihenuntersuchung. Im Durchschnitt wurde mit dem DIR-Verfahren in der 2. Reihenuntersuchung ca. 0,04 mm weiter kranial, ca. 0,02 mm weiter rechts- bzw. links-lateral und ca. 0,03 mm weiter posterior registriert als in der 1. Reihenuntersuchung (Tab. 4). Unserer Studie zufolge hat der Registrierzeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Registrierengenauigkeit. Dies bestätigen eine Reihe von Autoren. So hat *Latta* in einer Untersuchung an Totalprothesenträgern nachgewiesen, dass tageszeitliche Lageveränderungen der zentrischen Kondylenposition von bis zu 2,63 mm stattfinden können [22]. Andere Autoren verweisen ebenso auf

die Veränderung der Werte der zentrischen Kondylenposition von morgens bis abends [35] wie auf intra- und inter-individuell verschiedene zentrische Kondylenpositionen, die Patienten zu unterschiedlichen Zeiten aufgrund einer Reihe von Faktoren einnehmen können [20, 43, 47]. Dazu zählen beispielsweise die Körperhaltung, Atmung und Psyche eines Patienten genauso wie die Tageszeit und Schmerzen [22, 28, 35]. Die Ursache abweichender Registrierergebnisse zu unterschiedlichen Registrierzeitpunkten kann sowohl im Probanden als nicht kontrollierbare Fehlerquelle, der sich mit unterschiedlichen physischen und psychischen Konstitutionen untersuchen lässt, als auch im Zahnarzt zu finden sein [13, 20].

Alle vertikalen Abweichungen gemessen an den Kondylargehäusen in der vorliegenden Untersuchung zeigten eine Kranialbewegung der Kondylen während der Registrierungen. Beide Zahnärzte verschlüsselten im Median mit dem DIR-Verfahren 0,12 mm über der HIKP. Das Kunststoffplattenverfahren zeigte Kranialbewegungen im Median von 0,13 mm und das Wachsverfahren bis zu 0,19 mm. Demnach müssen so-

wohl bei den DIR-Registrierungen unter definiertem Kaudruck als auch bei den durchgeführten Kunststoff- und Wachsplattenregistrierungen Anspannungen der Kieferelevatoren stattgefunden haben, die den Unterkiefer nach kranial gezogen haben müssen. Hohe Kieferschließkräfte während der Stützstiftregistrierung führen zur Kranialbewegung der Kondylen und somit zur Kompression des Kondylarspaltes [25]. Je stärker die Kieferelevatoren (M. temporalis, M. masseter, M. pterygoideus) angespannt werden, desto effektiver ist die Zugrichtung nach kranial. Die Messwerte in der vertikalen Ebene waren zwischen links und rechts statistisch nicht signifikant verschieden. *Jüde* et al. zeigten in ihren Untersuchungen, dass die Kranialbewegung nicht symmetrisch erfolgt [15], sondern vor allem während der Stützstiftregistrierung zur Vorzugsseite des Unterkiefers stattfindet [25]. Die Vorzugsseite entwickelt sich im Laufe der Jahre durch immer wiederkehrendes Kauen auf einer bevorzugten Seite und den sich damit unsymmetrisch ausbildenden Mm. masseterici et temporales und somit ungleich starkem Muskelzug zu beiden Seiten der Mandibula [15].

Die Kieferrelationsbestimmungen mit dem DIR-Verfahren erfolgten durchweg unter einem definierten Kaudruck von 10 N bis 30 N. Außerhalb dieses Bereiches sind keine Aufzeichnungen des Pfeilwinkels durchführbar, weil der Sensor ab einem Mindestkraftintervall von 10 N reagiert. Mit diesem Kraftintervall werden zum einen die Forderungen von *Jüde*, *Jakstat* und *Vogel* erfüllt, die der Überwachung der Kaukraft während der Stützstiftregistrierung Rechnung tragen [14, 16]. Zum anderen zeigten *Linsen* et al. in ihrer Untersuchung an 10 voll-bezahnten und funktionsgesunden Patienten bezogen auf unterschiedlich starke Kieferschließkräfte und deren Effekt auf die Stützstiftregistrierung, dass die Kieferschließkräfte geringe Beträge haben sollten [25].

Hintergrund dieser Postulate sind starke Verlagerungen sowie Kippungen der Registrierplatten bei Kieferschließkräften, die über 30 N liegen und unabhängig von der Position des Stützstiftes in der Sagittal- und Transversalebene sind. Vielmehr werden im Reflexbogen Reaktionen ausgelöst, die über den Kontakt des Stützstiftes mit der Registrierplatte den Unterkiefer über den zentra-



	vertikal			transversal			sagittal		
	Koeff. (µm)	p-Wert	95%-KI (µm)	Koeff. (µm)	p-Wert	95%-KI (µm)	Koeff. (µm)	p-Wert	95%-KI (µm)
ZA 2 <sup>1)</sup>		n.s.			n.s.			n.s.	
ZA 2 DIR 1 <sup>2)</sup>		n.s.		-5,8	0,048	-11,5- -0,1		n.s.	
ZA 2 Kunststoff <sup>3)</sup>		n.s.			n.s.		-34,7	0,048	-69 - -0,3
ZA 2 Wachs <sup>4)</sup>		n.s.			n.s.			n.s.	
ZA 2 DIR 2 <sup>5)</sup>		n.s.			n.s.			n.s.	
ZA 2 DIR 3 <sup>6)</sup>		n.s.			n.s.		57,2	0,001	23 - 92
ZA 2 DIR 4 <sup>7)</sup>	62,4	0,011	14-110	141,2	0,000	72 - 211	34,4	0,050	-0,0 - 69
links <sup>8)</sup>		n.s.			n.s.			n.s.	
ZA 2 * links <sup>9)</sup>		n.s.			n.s.			n.s.	

**Tabelle 4** Vergleich der Zahnärzte (µm). n.s. = nicht signifikant. 1) Referenzkategorie ZA 1. 2) Referenzkategorie ZA 1 DIR-Registrierung 1, 1. Reihenuntersuchung. 3) Referenzkategorie ZA 1 Kunststoffplattenverfahren. 4) Referenzkategorie ZA 1 Wachsplattenverfahren. 5) Referenzkategorie ZA 1 DIR-Registrierung 2, 2. Reihenuntersuchung. 6) Referenzkategorie ZA 1 DIR-Registrierung 3, 2. Reihenuntersuchung. 7) Referenzkategorie ZA 1 DIR-Registrierung 4, 2. Reihenuntersuchung. 8) Referenzkategorie rechts. 9) Referenzkategorie ZA 1 rechts. ZA 1 = erfahrener Zahnarzt. ZA 2 = unerfahrener Zahnarzt.

**Table 4** Comparison of dentists (µm). n.s. = non-significant. 1) Reference category dentist 1 (ZA 1). 2) Reference category dentist 1 (ZA 1) DIR registration 1, 1<sup>st</sup> serial examination. 3) Reference category dentist 1 (ZA 1) acrylic wafer technique. 4) Reference category dentist 1 (ZA 1) wax wafer technique. 5) Reference category dentist 1 (ZA 1) DIR registration 2, 2<sup>nd</sup> serial examination. 6) Reference category dentist 1 (ZA 1) DIR registration 3, 2<sup>nd</sup> serial examination. 7) Reference category dentist 1 (ZA 1) DIR registration 4, 2<sup>nd</sup> serial examination. 8) Reference category right. 9) Reference category dentist 1 (ZA 1) right. Dentist 1 (ZA 1) = experienced dentist. Dentist 2 (ZA 2) = inexperienced dentist.

	vertikal			transversal			sagittal		
	Koeff	p-Wert	95%-KI	Koeff	p-Wert	95%-KI	Koeff	p-Wert	95%-KI
U 2 <sup>1)</sup>	42,3	0,000	21,5 - 63,1	15,8	0,005	4,8-26,9	29,9	0,000	16,0 - 43,7

**Tabelle 5** Unterschiede zwischen den klinischen Untersuchungen (µm). U 2 = 2. Reihenuntersuchung. 1) Referenzkategorie 1. Reihenuntersuchung. Koeff=Koeffizient (durchschnittliche Position der Artikulorkondylen in den Raumbenen). 95%-KI=95%-Konfidenzintervall (Bereich, in dem die Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten=Koeffizient mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 liegen).

**Table 5** Difference between the clinical examinations (µm). U 2 = 2<sup>nd</sup> serial examination. 1) Reference category 1<sup>st</sup> serial examination. Coeff = coefficient (average position of the articulator condyles in the spatial planes). 95% KI = 95% confidence interval (range in which the differences between the examination times = coefficient lie at a probability of 0.95).

len Stützpunkt balancieren lassen [16]. Kieferschließkräfte, die jenseits von 30 N liegen, verfälschen das Ergebnis der Kieferrelationsbestimmung [16] und führen zur stärkeren Kranialbewegung der Kondylen [25].

## 5 Schlussfolgerungen


Unabhängig von den Registrierverfahren besteht auch bei kariesfreien, zahnärztlich nicht behandelten Patienten ohne Leitsymptome einer Funktionsstö-

rung eine Differenz der Kondylenposition zwischen HIKP und Zentrik. Eine Reproduzierbarkeit war in Bezug auf die sagittale und vertikale Position der Kondylen in einem Bereich von 0,01 mm bis 0,02 mm möglich. Hier unterschied sich das DIR-Verfahren statistisch nicht signifikant von den Referenzverfahren und kann somit unter den Bedingungen des Studiendesigns (Probanden ohne Leitsymptome einer Funktionsstörung) als gleichwertig angesehen werden. Die Frage nach der tatsächlichen Position der Kondylen, wenn mit dem DIR-Verfahren registriert wird, kann gegenwärtig nicht beantwortet werden und war nicht Gegenstand der Untersuchung in der vorliegenden Studie. Hierfür wären weiterführende Untersuchungen notwendig, die sich beispielsweise mit Hilfe bildgebender Verfahren mit der Kondylenposition mittels Aufbissplint vor und nach DIR-Registrierung beschäftigen sollten.

## 6 Danksagung

Die Herren Zahntechnikermeister Wolfgang Arnold, Hans-Gerd Berendes und Peter Belker haben alle Arbeiten für die Modellherstellung und das Einartikulieren durchgeführt.

Die Fa. SAM Präzisionstechnik hat durch die Herren Florian und Karl-Heinz Mack eine feste Plattform zur Modellvermessung hergestellt.

Die statistische Auswertung erfolgte durch Frau Diplom-Statistikerin Hiltrud Niggemann. 

**Interessenkonflikt:** Die Autorin/der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Alexander Dietzel  
Praxis für Zahnheilkunde  
Rubensstraße 22  
45147 Essen  
Tel.: 02 01 / 74 99 03  
Fax: 02 01 / 7 49 90 40  
E-Mail: drdietzel@t-online.de



## Literatur

- Baker PS, Parker MH, Ivanhoe JR, Gardner FM: Maxillomandibular relationship philosophies for prosthodontic treatment: a survey of dental educators. *J Prosthet Dent* 93, 86–90 (2005)
- Boos RH: Intermaxillary relation established by biting power. *J Am Dent Assoc* 27, 1192–1199 (1940)
- Bumann A, Lotzmann U: Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg.): *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 2000, 201–247
- Chun JH, Pae A, Kim SH: Polymerization shrinkage strain of interocclusal recording materials. *Dent Mater* 25, 115–120 (2009)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde: Klinische Funktionsanalyse – Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (FDT) in der DGZMK 2003, <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/details/document/klinische-funktionsanalyse.html>
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde: Terminologie der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (DGFD) und der Deutschen Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGzPW) 2005, <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/details/document/terminologie-der-deutschen-gesellschaft-fuer-funktionsdiagnostik-und-therapie-dgfdt-und-der-deutsch.html>
- Engelhardt JP: Kieferrelationsbestimmung beim teilbezahnten Patienten. In: Koeck B (Hrsg.): *Praxis der Zahnheilkunde 6 – Teilprothesen*. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore 1996, 57–75
- Fehr CR: Theorie und Praxis des Artikulationsproblems. *Zahnärztl Welt* 3, 7–9 (1948)
- Fröhlich E, Körber E: Die prothetische Versorgung des Lückengebisses – Befunderhebung und Planung. 2. Aufl. (Nachdruck), Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1978, 84–96
- Ghazal M, Albashaleh ZS, Kern M: The ability of different materials to reproduce accurate records of interocclusal relationships in the vertical dimension. *J Oral Rehabil* 35, 816–820 (2008)
- Gysi A: Artikulation – Praktischer Teil. In: Bruhn C, Kantorowicz A, Partsch C (Hrsg.): *Handbuch der Zahnheilkunde – Zahnärztliche Prothetik*. J.F. Bergmann, München 1926, 259–316
- Hromatka A, Singer F, sen.: Die partielle abnehmbare Prothese. In: Münch J (Hrsg.): *Schriften zur Praxis des Zahn-*
- arztes. Werkverlag Dr. Edmund Bana-schewski, München-Gräfelfing 1966, 21–27
- Jäger K, Schneider M: Wie beeinflussen Okklusionsstörung und Stress die kybernetische Kaukraftsteuerung? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 102, 536–540 (1992)
- Jakstat H: Über das Kaukraftdifferenzierungsvermögen im Biofeedbackversuch. *Dtsch Zahnärztl Z* 46, 766–768 (1991)
- Jüde HD, Jakstat H, Vogel A, Genieser A: Das Ergebnis der Stützstiftregistrierung in Abhängigkeit von Kraft und veränderter Stiftposition in der Transversalen. *Dtsch Stomatol* 41, 273–275 (1991)
- Jüde HD, Vogel A, Jakstat H, Genieser A: Über den Einfluss der Kiefferschlußkraft auf das Ergebnis der Stützstiftregistrierung in der Sagittalen. *Dtsch Zahnärztl Z* 45, 561–563 (1990)
- Keshvad A, Winstanley RB: Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques. *J Prosthodont* 12, 90–101 (2003)
- Klineberg I: Interarch relationships of teeth. In: Klineberg I, Jagger R. (Hrsg.): *Occlusion and clinical practice – an evidence based approach*. Wright, Edinburgh 2004, 3–12
- Kohn S, Körber E, Hüls A, Tabata T: Vergleich der Reproduktionsgenauigkeit verschiedener Registrierungen zur Bestimmung der Kieferrelation. *Stomatol DDR* 38, 721–730 (1988)
- Körber E, Landt H: Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit von Registrierungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 34, 202–205 (1979)
- Lassila V: Comparison of five interocclusal recording materials. *J Prosthet Dent* 55, 215–218 (1986)
- Latta GH, Jr.: Influence of circadian periodicity on reproducibility of centric relation records for edentulous patients. *J Prosthet Dent* 68, 780–783 (1992)
- Lauritzen AG: *Atlas of occlusal analysis*. HAH Publications, Colorado Springs, CO, 95–101; 170–176 (1974)
- Lentner E, Rammelsberg P, Böhm A, Pospiech P, Gernet W: Zum Untersuchungseinfluss auf Lage und Reproduzierbarkeit der zentrischen Kondylenposition. *Dtsch Zahnärztl Z* 52, 411–415 (1997)
- Linsen S, Weisbach M, Grüner M, Koeck B: Über den Einfluss der Kiefferschließkraft und der Verschiebung des Stützstiftes in der Transversalen auf die intraorale Stützstiftregistrierung. *Dtsch Zahnärztl Z* 61, 286–290 (2006)
- McKee JR: Comparing condylar position repeatability for standardized versus nonstandardized methods of achieving centric relation. *J Prosthet Dent* 77, 280–284 (1997)
- Millstein PL, Hsu CC: Differential accuracy of elastomeric recording materials and associated weight change. *J Prosthet Dent* 71, 400–403 (1994)
- Obrez A, Stohler CS: Jaw muscle pain and its effect on gothic arch tracings. *J Prosthet Dent* 75, 393–398 (1996)
- Öckert-Eriksson G, Eriksson A, Lockowandt P, Eriksson O: Materials for interocclusal records and their ability to reproduce a 3-dimensional jaw relationship. *Int J Prosthodont* 13, 152–158 (2000)
- Ohlrogge HH: Die Relevanz der instrumentellen Analyse bei Kopf- und Gesichtsschmerz. Phillip J Restaur Zahnmed 4, 360–362 (1987)
- Ott K, Bock O, Festl P, Engerer M: Untersuchung über die Reproduzierbarkeit von Registrierungen nach A. G. Lauritzen. *Dtsch Zahnärztl Z* 35, 318–322 (1980)
- Ott KHR, Olavarria LE, Bose M: Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit von Registrierungen mit dem Condylolcomp LR 2. *Dtsch Zahnärztl Z* 46, 596–598 (1991)
- Posselt U: *Physiology of occlusion and rehabilitation*. 2<sup>nd</sup> ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford-Edinburgh 1968, 25–64; 121–173
- Schubert R: Zur Frage der Reproduzierbarkeit der terminalen Scharnierachsenposition. Eine Jahresstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 40, 96–99 (1985)
- Shafagh I, Yoder JL, Thayer KE: Diurnal variance of centric relation position. *J Prosthet Dent* 34, 574–582 (1975)
- Stahle HJ: Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit unterschiedlicher Bissnahmetechniken. *Dtsch Zahnärztl Z* 38, 617–620 (1983)
- Strub JR, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M: *Curriculum Prothetik*. Bd. 3, 3. Aufl., Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin 2005, 1078–1080
- The academy of prosthodontics: The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 94, 10–92 (2005)
- Türp JC, Schindler HJ, Rodiger O, Smeekeens S, Marinello CP: Vertikale und horizontale Kieferrelation in der rekonstruktiven Zahnmedizin. Eine kritische Literaturübersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 116, 403–417 (2006)
- Utz KH: Untersuchungen über Veränderungen der Interkuspitationsposition und der terminalen Scharnierachsenposition nach dem Einfügen von Totalprothesen. *Med Habil Schr*, Bonn 1990, 8–47
- Utz KH, Bernard N, Hültenschmid R, Kurbel R: Differenzen zwischen myozentrischer und zentrischer Kondylenposition bei Totalprothesenträgern.

- Dtsch Zahnärztl Z 49, 557–562 (1994)
42. Utz KH, Bernard N, Hültenschmidt R, Wegmann U, Huntebrinker W: Reproduzierbarkeit der Pfeilwinkelregistrierung bei Vollbezahnten in Abhängigkeit vom Registratmaterial. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 102, 299–307 (1992)
43. Utz KH, Müller E, Lückerath W, Fuss E, Koeck B: Accuracy of check-bite registration and centric condylar position. *J Oral Rehabil* 29, 458–466 (2002)
44. Vergos VK, Tripodakis AP: Evaluation of vertical accuracy of interocclusal records. *Int J Prosthodont* 16, 365–368 (2003)
45. Vogel A: Objektive Messtechnik zur physiologischen Bestimmung der Unterkieferposition. *Dtsch Zahnärztebl* 108, 136–138 (1999)
46. Walton T: Occlusion and fixed prosthodontics. In: Klineberg I, Jagger R (Hrsg.): *Occlusion and clinical practice – an evidence-based approach*. Wright, Edinburgh 2004, 103–109
47. Woda A, Pionchon P, Falla S: Regulation of mandibular postures: mechanisms and clinical implications. *Crit Rev Oral Biol Med* 12, 166–178 (2001)
48. Wöstmann B, Vehring A: Die Eignung elastomerer Bissregistrierungsmaterialien zur Verschlüsselung von Stützstiftregistraten. *Dtsch Zahnärztl Z* 50, 496–498 (1995)



# Der Einfluss verschiedener Registriertechniken auf die Kondylenposition und die elektromyographische Oberflächenaktivität bei stomatognath gesunden Probanden

S. Linsen\*, A. Samai, H. Stark, M. Klitzschmüller

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Wekstoffwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



## Einleitung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, während der horizontalen Kieferrelationsbestimmung mit verschiedenen Registrierverfahren die Kondylenposition und die simultane elektromyographische Oberflächenaktivität der Kieferschließmuskeln zu analysieren.

## Material und Methode

Während der Registrierung in manuell geführter zentrischer Kondylenposition (ZKP), in maximaler Interkuspitation (MI) und mit der Stützstiftmethode (DIR-Methode) wurde eine dreidimensionale, elektronische Kondylenpositionsanalyse (EPA) mit Hilfe eines ultraschallbasierten Registrierersystems (Win Jaw, Zebris Medical GmbH) durchgeführt, und simultan die elektromyographische Oberflächenaktivität (sEMG) (EMG 8, Zebris Medical GmbH) des M. masseter und M. temporalis anterior bds. abgeleitet. Insgesamt nahmen 26 stomatognath gesunde Probanden mit einem durchschnittlichen Alter von 30,6 Jahren ( $\pm 9,5$  Jahre) an der Untersuchung teil.

Die EPA wurde bilateral (in mm) während der Registrierung in ZKP, MI und DIR durchgeführt. Die erste Kondylenposition in ZKP diente als Referenzposition. Abweichungen zwischen dieser Referenzpo-

sition und anderen Kondylenpositionen wurden in der sagittal (X), vertikal (Y), und horizontal (Z) Achse aufgezeichnet. Die mittlere totale Muskelaktivität wurde in ZKP, MI und DIR gemessen und zusätzlich als standardisierte Muskelaktivität (50-ms normalisierte r.m.s. Amplitude) über 1 Sekunde (in  $\mu V$ ) für jeweils 3 Durchgänge berechnet. Anschließend wurden die sEMG-Wellen paariger Muskeln bezüglich der Symmetrie ihrer muskulären Aktivität durch den "percent-overlap coefficient"<sup>1,2</sup> (POC, %: 0 keine Symmetrie, 100% perfekte Symmetrie) verglichen. Der Torque Koeffizient<sup>1,2</sup> (TC, %: 0% komplette Präsenz, 100% komplettes Fehlen lateraler Verlagerungskräfte) wurde bestimmt, um eine unbalancierte kontraktile Aktivität der kontralateralen Masseter und Temporalismuskeln aufzudecken. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der 1-way ANOVA und post-hoc Bonferroni Korrektur ( $\alpha = .05$ ).



Abb. 1: Untersuchungsaufbau. Proband mit Snap-Elektroden für das sEMG des m. masseter und des m. temporalis anterior und ultraschallbasiertem Registrierersystem.

Technik	POC Koeffizient (%)	TC Koeffizient (%)
	anterior	temporal
	superior	
ZKP (MW)	63,87	88,02
(Stabw)	18,13	11,68
MI (MW)	71,66	89,94
(Stabw)	15,31	9,39
DIR (MW)	75,99	88,86
(Stabw)	15,54	9,17
ZKP/MI/DIR		
F-Wert	3,66	0,28
(P-Wert)	.03*	.58
ZKP/MI		
(P-Wert)	.27	.1
MI/DIR		
(P-Wert)	.1	.35
ZKP/DIR		
(P-Wert)	.03*	.1

Tab. 1

Die Arbeitshypothese war, dass verschiedene Registriertechniken zu unterschiedlichen Kondylenpositionen, unterschiedlicher totaler Muskelaktivität und Symmetrie und verschiedengradigen lateralen Verlagerungskräften führen.

Technik	Bewegungsparameter Kondylen (EPA)						Muskelaktivität (sEMG)					
	X-Achse		Y-Achse		Z-Achse		anterior temp.		masseter			
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
ZKP (MW)	0,03	0,07	0,19	-0,04	0,03	0,50	17,13	18,63	16,79	18,63		
(Stabw)	0,00	0,06	0,33	0,01	0,22	0,14	13,90	13,79	11,91	17,72		
MI (MW)	1,21	0,82	-0,30	-0,67	0,19	0,21	22,85	21,17	20,64	20,21		
(Stabw)	0,84	0,75	0,32	1,01	0,29	0,23	15,28	15,47	18,93	15,31		
DIR (MW)	1,68	1,39	-1,27	-1,89	0,27	0,20	17,21	20,52	16,80	16,67		
(Stabw)	1,23	1,07	1,25	1,14	0,42	0,46	7,19	20,28	12,76	13,35		
1-way ANOVA												
F-Wert	20,14	21,23	18,47	22,89	7,53	5,79	6,15	9,74	1,78	1,83		
(P-Wert)	.001*	.001*	.001*	.001*	.001*	.001*	.01	.01	.17	.18		
ZKP/MI												
(P-Wert)	.01*	.001*	.001*	.001*	.03	.11	.32	.1	.36	.88		
MI/DIR												
(P-Wert)	.001*	.001*	.001*	.001*	.23	.23	.33	.1	.31	.90		
ZKP/DIR												
(P-Wert)	.001*	.001*	.001*	.001*	.001*	.001*	.1	.1	.1	.1		

Tab. 2

Tab. 1: Prozentualer Überlappungs- (POC) und Torque-Koeffizient (TC) für verschiedene Registriertechniken. Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (Stabw) für POC und TC gemessen in %.

Tab. 2: 3-D elektronische Kondylenpositionsanalyse (EPA) und Oberflächenaktivität (sEMG) für unterschiedliche Registriertechniken. Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (Stabw) gemessen in mm für ZKP, MI und DIR in der X- (anterior-posterior), Y- (superior-inferior) und Z-Achse (medial-lateral) und in  $\mu V$  für den M. temporalis anterior und M. masseter.

## Ergebnisse

Die EPA zeigte signifikante ( $P < 0,001$ ) Änderungen der Kondylenposition während der Registrierung in ZKP, MI und DIR in allen Raumachsen (Tab. 2). In der DIR-Position lagen die Kondylen signifikant weiter anterior als in ZKP ( $P < 0,001$ ) und MI ( $P < 0,04$ ). Die mittlere Muskelaktivität zeigte keine signifikanten Unterschiede in den verschiedenen Registrierpositionen (Tab. 2). Die muskuläre

Symmetrie lag zwischen 63,87% und 81,47% (Tab. 1). Eine signifikant ( $P = 0,03$ ) höhere muskuläre Symmetrie wurde für den M. temporalis anterior und den M. masseter während der Registrierung in der DIR-Position verglichen mit der ZKP gefunden. Der Torque Koeffizient (potentieller Laterodeviationseffekt) lag bei allen Verfahren zwischen 88,02% und 89,94% (Tab. 1).

## Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass sowohl die Kondylenposition als auch die muskuläre Symmetrie signifikant durch die Position des Unterkiefers beeinflusst werden. Die mittlere Muskelaktivität hingegen wird nur minimal beeinflusst. Die Kondylenposition in DIR liegt im Vergleich zur MI und ZKP antero-inferior, was gegebenenfalls zu einer Entlastung der Gelenkstrukturen führen kann. In Hinblick auf die muskuläre Symmetrie scheint die DIR-1, Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. J Oral Rehabil 2000;27:33-40.

Position im Vergleich zur manuell geführten ZKP und MI eine größere Anzahl motorischer Einheiten zu rekrutieren, was eine höhere muskuläre Stabilität in dieser Registrierposition zur Folge haben kann. Sofern die verwendete Registriertechnik in einem biologisch akzeptablen Rahmen ausgeführt wird, hat sie bei stomatognath gesunden Probanden jedoch nur geringen Einfluss auf die mittlere Muskelaktivität. 2. Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP, Sforza C. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. J Oral Rehabil 2006;33:341-8.



# Evaluierung der Kondylenposition in Abhängigkeit verschiedener Registrierpositionen und unterschiedlichen Kieferschließkräften

I. Salas Ruiz de Arbuló, H. Stark, S. Linsen

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Wekstoffwissenschaften,  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



## Einleitung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, zu evaluieren, inwieweit verschiedene Verschlüsselungspositionen auf dem Pfeilwinkelregistriert bei unterschiedlichen Kieferschließkräften zu einer La-

geänderung der Kondylen führen. Ferner sollte untersucht werden, ob ein Absenken der gesperrten Registerate bis zum ersten Zahnkontakt eine Verlagerung der Kondylen verursacht.

## Material und Methode

Mit Hilfe eines ultraschallbasierten Registrierersystems (Win Jaw, Zebris Medical GmbH) wurde eine dreidimensionale, elektronische Kondylenpositionsanalyse (EPA) während der intermaxillären Registrierung durchgeführt. Kieferschließkraftabhängig (10N, 20N, 30N) wurden die Kondylenpositionen in Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (PS), 0,5mm anterior der Pfeilspitze (PS05) und in der DIR-Position (DIR) aufgezeichnet (Abb. 1). Zusätzlich wurden die

Kondylenpositionen bei abgesenkten Registraten in PS, PS05 und DIR gemessen (Abb. 1). Als Referenzposition diente die Kondylenposition in der DIR-Position bei 20N. Insgesamt wurden 33 funktionsgesunde Probanden untersucht. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der 1-way ANOVA und post-hoc Bonferroni Korrektur ( $\alpha=.05$ ).

## Ergebnisse

In keiner der drei Raumebenen (Abb. 2) kann in Bezug auf die Kondylenposition ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen gesperrten und abgesenkten Registraten festgestellt werden (Tab. 1). Ebenso führen unterschiedliche Kieferschließkräfte zu keiner statistisch signifikanten Verlagerung der Kondylen.

Überlagerung der Kondylen gegenüber gesperrten Registraten. Registraten in der Verschlüsselung PS zeigen die posteriorste und kranialste Kondylenposition verglichen mit Registraten in PS05 und DIR-Position. Registraten in PS05 verursachen eine kranialere Kondylenposition als Registraten in DIR-Position.

Unabhängig von der Kieferschließkraft liegen die Kondylen in der DIR-Position signifikant weiter anterior und kaudal als in der PS-Position. Generell führen abgesenkte Registraten zu einer Anteri-

orverlagerung der Kondylen aus der Referenzposition nachgewiesen werden.

	X - Achse				Y - Achse				Z - Achse			
	Rechtes KG		Linkes KG		Rechtes KG		Linkes KG		Rechtes KG		Linkes KG	
	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW	MW	STABW
DIR 10	,006	,083	,009	,098	,012	,105	,036	,117	,009	,098	,006	,098
DIR 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIR 30	-,009	,077	-,009	,072	,001	,147	-,013	,157	-,021	,074	-,021	,074
PS05 10	,142	,222	,039	,284	,239	,344	,106	,562	,052	,154	,039	,158
PS05 20	-,115	,236	-,024	,328	,215	,334	,055	,577	-,115	,236	-,042	,170
PS05 30	-,085	,244	-,018	,374	,230	,340	,045	,544	-,085	,244	-,051	,130
PS 10	,330	,331	,248	,231	,525	,333	,385	,413	,117	,279	,117	,279
PS 20	,321	,291	,255	,221	,479	,348	,345	,391	,051	,210	,091	,210
PS 30	-,255	,309	-,220	,262	,515	,338	,361	,367	-,001	,180	-,001	,180
DIR A	,502	1,444	,285	1,414	,158	1,692	-,209	2,108	-,105	,395	-,007	,391
PS05 A	,492	1,525	,289	1,579	,471	1,742	,017	2,065	,118	,425	,115	,424
PS A	,462	1,581	,274	1,617	,577	1,770	,152	2,002	-,170	,401	-,165	,306

Tab. 1: EPA - Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (STABW) gemessen in mm während der Registrierung in DIR, PS und PS05 kaukraftabhängig (10N, 20N, 30N) und mit abgesenkten Registraten in DIR, PS und PS05.



Abb. 1: Registraten am Beispiel eines Probanden:  
oben: OK und UK DIR-Schablonen und Verschlüsselungsplättchen  
Mitte: gesperrte Registraten mit Verschlüsselung in PS, PS05 und DIR-Position  
unten: abgesenkte Registraten in PS, PS05 und DIR-Position

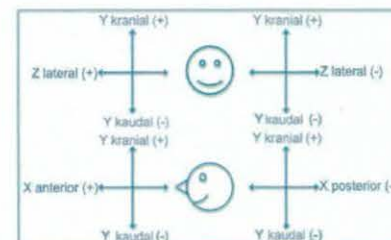


Abb. 2: Bewegungsachsen:  
X-Achse (Sagittalebene):  
positiver Wert (+) = anteriore Bewegung,  
negativer Wert (-) = posteriore Bewegung  
Y-Achse (Vertikalebene):  
(+) = kraniale Bewegung,  
(-) = kaudale Bewegung  
Z-Achse (Transversalebene):  
(+) = re Kondylus laterale Bewegung,  
(-) = re Kondylus mesiale Bewegung

## Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass verschiedene Verschlüsselungspositionen auf dem Pfeilwinkelregistriert und unterschiedliche Kieferschließkräfte zu einer unterschiedlichen Positi-

onierung der Kondylen führen. Bei funktionsgesunden Probanden sind diese Unterschiede jedoch statistisch nicht signifikant.



# Untersuchung der Wirksamkeit einer zahnärztlichen Aufbisskorrektur bei Patienten mit Kopfschmerzen und cranio-mandibulärer Dysfunktion

Felix J. Saha<sup>1</sup>, Jochen Poth<sup>2</sup>, Wojciech Kowalczyk<sup>3</sup>, Gustav J. Dobos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Integrative Medizin und Naturheilkunde, Kliniken Essen Mitte, Am Deimelsberg 34a, 45276 Essen

Praxis Dr. Poth und Partner, Rubensstr. 22, 45147 Essen

<sup>3</sup>Lehrstuhl für Mechanik und Robotik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg



## Hintergrund und Ziele

### Hintergrund

- Kopfschmerzen gehören zu den häufigsten Schmerzerkrankungen
- Schätzungen vermuten, dass in bis zu 25% der Fälle eine CMD die Schmerzen mit verursacht
- Eine CMD beeinflusst die Gesamtkörperstatik
- Untersuchungen über die Auswirkungen einer Bisskorrektur auf Kopfschmerzsymptomatik und Körperstatik fehlen

### Fragestellung

- Reduktion der Kopfschmerzsymptomatik durch Aufbisskorrektur?
- Reduktion des Schmerzmittelgebrauchs?
- Verbesserung der Lebensqualität?
- Objektivierbare Veränderungen der Körperstatik?
- Objektivierbare Veränderungen der Fußbelastung?
- Reproduzierbarkeit der Kieferrelationsbestimmung

## Methoden

### Methoden

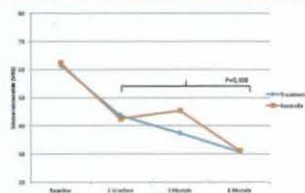
- Randomisierte klinische Pilotstudie mit Wartekontrollgruppe
- 50 Patienten durch Los entweder zur Treatmentgruppe oder zur Wartekontrolle randomisiert (je 25 Patienten)
- Patienten mit Migräne oder / und Spannungskopfschmerzen seit mindestens 5 Jahren und mindestens 5 Kopfschmerztagen pro Monat
- Vorliegen einer CMD
- Reproduzierbare Kieferrelationsbestimmung mit dem DIR-System
- 6 Monate Behandlungsdauer
- Zielparameter: Schmerzintensität (VAS), Schmerzmittelverbrauch, Lebensqualitätsmessung (SF 36)
- Veränderung der Körperstatik gemessen im Ganglabor vor Einsetzen der Schiene, nach 3 und 6 Monaten Tragedauer
- Laufbandanalysen zur Bestimmung der Veränderung der Druckverteilung in den Füßen vor Einsetzen der Schiene, nach 3 und 6 Monaten Tragedauer



## Ergebnisse

### Ergebnisse der vorläufigen Auswertung

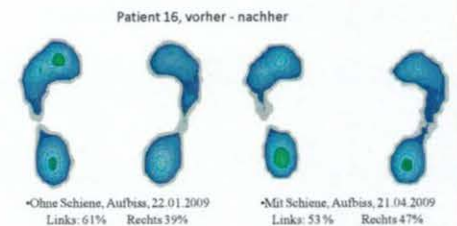
#### Verringerung der Schmerzintensität



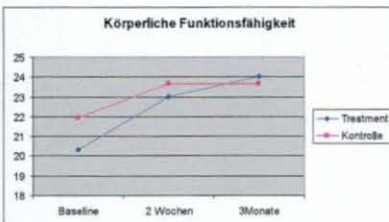
#### Veränderung der Körperachse von der Sagittalen in Höhe C7



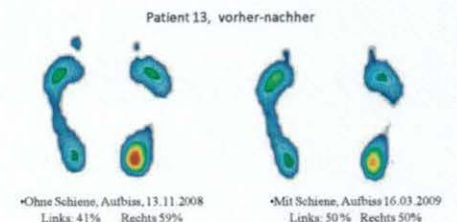
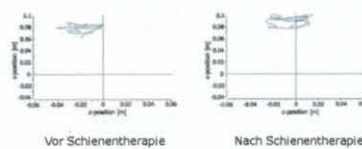
#### Veränderung der Fußbelastung



#### Verbesserung der Lebensqualität



#### Veränderung der Körperachse von cranial in Höhe C7



## Schlussfolgerung und Ausblick

### Schlussfolgerungen

- Schmerzreduktion durch Aufbisskorrektur mit der DIR-Schiene
- Verbesserung der körperlichen Funktionsfähigkeit im SF 36
- Ausgleich der Körperstatik in die Lotrechte
- Ausgleich der Fußbelastung hin zu besserer Symmetrie

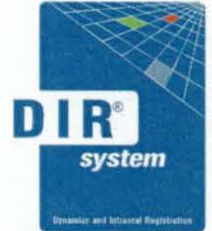
### Ausblick

- Die Korrektur der Okklusion kann bei ausgewählten Patienten zu einer Verbesserung der Kopfschmerzsymptomatik führen
- Durch eine Aufbisskorrektur wird die Statik der Wirbelsäule in Richtung der Norm verändert
- Weitere Untersuchungen an einem größeren Kollektiv und bei anderen Diagnosen wie Nacken- und Rückenschmerz sind nötig
- Wichtig ist die reproduzierbare Kieferrelationsbestimmung, um Daten miteinander vergleichen zu können





# Klinisch-radiologische Pilotstudie zur Evaluierung der physiologischen Kondylenposition im MRT



## Ziel

Ziel dieser Pilotstudie war es festzustellen, inwieweit verschiedene Registrierpositionen zu einer Änderungen der Kondylenposition des Kiefergelenkes führen. Die Magnetresonanztomographie (MRT-Technik) wurde genutzt, um die knöchern – und knorpelig-

artikulären Lagebeziehungen in Abhängigkeit verschiedener Registrare bei funktionsgestörten und funktionsgesunden Patienten zu überprüfen und die physiologische Kondylen-Diskus-Fossa-Beziehung bei jedem Patienten individuell zu verifizieren.

## Material und Methode

Bei 10 Probanden erfolgte die Mc Grane Aufzeichnung mit Hilfe des DIR-Systems. Entsprechend wurden Registrare mit Verschlüsselung in habitueller Okklusion, mit Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (RKP) und der DIR-Position und in der im Artikulator abgesenkten DIR-Position gewonnen. Mit dentallabortechnisch hergestellten Biss-Schienen konnten die Patienten die verschiedenen Verschlüsselungspositionen einnehmen und sich der MRT-Untersuchung

unterziehen. Nach Festlegung der transversalen Ausdehnung des rechten und linken Kondylus an einem horizontalen Übersichtsbild, wurden pro Kondylus jeweils 16 sagittale Serienschichten erzeugt. Für die Auswertung wurden Distanzmessungen zwischen knöchernen Referenzpunkten und Referenzlinien der Gelenkkomponenten durchgeführt und mit den Idealwerten der ZKP verglichen (Abb. 1-4).

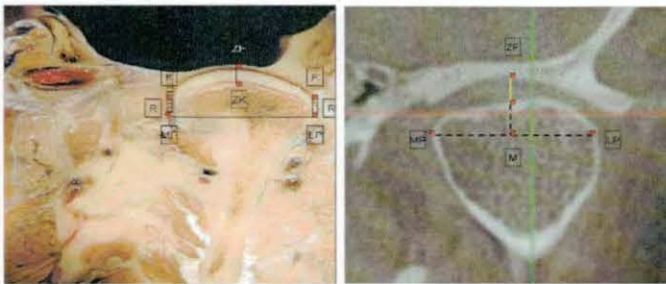


Abb. 1, 2: Frontalschnitt und MRT des linken Kiefergelenkes. Darstellung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes in ZKP mit Referenzpunkten und Referenzlinien M = geometrischer Mittelpunkt des Kondylus auf halber Strecke zwischen MP und LP, MP = medialer Kondyluspol, LP = lateraler Kondyluspol, F = Fossa mandibularis, R = mediale bzw. laterale Randlinie des Diskus. Der geometrische Mittelpunkt wird bei Abflachung der Kondylusoberfläche (regressives Remodelling, Abb. 2) als Ersatz für den Zenit des Kondylus genutzt. Physiologische Kondylus-Diskus-Relation: R liegt 1 mm lateral bzw. medial von der LP-F-Linie bzw. der MP-F-Linie.

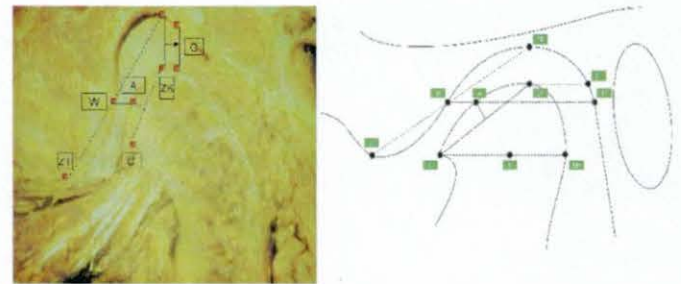


Abb. 3, 4: Sagittalschnitt des linken Kiefergelenkes. Darstellung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes in ZKP mit Referenzpunkten und Referenzlinien A = anteriore Kondyluskuppe auf halber Strecke zwischen C und ZK, C = Crista transversa, ZK = Zenit (Scheitelpunkt) des Kondylus, ZF = Zenit (Scheitelpunkt) der Fossa mandibularis, W = Wendepunkt zwischen fossa mandibularis und Tuberculum articulare, ZT = Zenit (Scheitelpunkt) der Tuberculum articulare, G = Grenzlinie zwischen pars posterior disci und bilaminärer Zone, KH = Kondylushinterwand, T1 = Tympanicum unten, T2 = Tympanicum oben, M = geometrischer Mittelpunkt auf halber Strecke zwischen C und KH. Physiologische Kondylus-Diskus-Relation: G liegt 2-3 mm hinter der ZF-ZK-Linie.



Abb. 5, 6: Sagittales MRT des zentralen Gelenkbereiches in habitueller Okklusion und in DIR-Position zur Darstellung der Lage bzw. Form des Diskus in Relation zum Kondylus. Abb. 5: Habitueller Okklusion; Anteriore Verlagerung um 3 mm, kaudale Verlagerung um 2 mm, Abb. 6: DIR-Position



Abb. 7, 8: Sagittales MRT des zentralen Gelenkbereiches in abgesenkter DIR-Position und in Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (RKP) zur Darstellung der Lage bzw. Form des Diskus in Relation zum Kondylus. Abb. 7: Abgesenkte DIR-Position, Abb. 8: RKP

## Ergebnisse

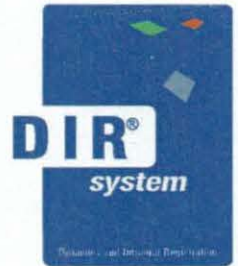
Im Rahmen dieser Pilotstudie wurden vier Patienten mit anteriorer Diskusverlagerung mit Reposition und sechs Patienten mit Myopathien im Bereich der Kaumuskulatur untersucht. In der Sagittalachse ergab die MRT-Untersuchung bei Patienten mit Myopathien in Abhängigkeit verschiedener Registrierpositionen keine Veränderung der Kondylus-Diskus-Beziehung. Bei vier Patienten mit anteriorer Diskusverlagerung und Reposition konnte in der DIR-Position und der abgesenkten DIR-Position eine deutlich physiologisch-

ere Kondylenposition nachgewiesen werden als in der habitueller Okklusion. In der Sagittalachse konnten in der DIR-Position eine Zentrierung des Kondylus in der Gelenkfossa und eine Repositionierung des Diskus auf dem Kondylus gezeigt werden. Diese physiologische Positionierung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes konnte durch Absenkung der schienenbedingten Biss-Sperre (abgesenkte DIR-Position) erhalten werden.





# Klinisch-radiologische Studie zur Evaluierung der physiologischen Kondylenposition im MRT



## Ziel

Aufbissbehelfe gehören zu den gebräuchlichen Therapiemitteln zur Behandlung kraniomandibulärer Dysfunktionen (CMD). Ihr Wirkungsmechanismus ist jedoch nicht eindeutig geklärt.<sup>1</sup> Gemeinsames Ziel verschiedener Schientypen und Registrierpositionen ist es, eine physiologische Kondylus-Diskus-Fossa Beziehung zu erreichen.<sup>2</sup> Ziel dieser Studie war es festzustellen, inwieweit ver-

## Material und Methode

Bei 26 Patienten (52 Kiefergelenke; 12 Patienten mit myogener (Axis I.I (RDC)<sup>3</sup>), 2 mit arthrogener (Axis I.II, III (RDC)<sup>3</sup>), 12 mit arthrogener und myogener Diagnose (Axis I.I, II, III (RDC)<sup>3</sup>)) erfolgte die Mc Grane Aufzeichnung mit Hilfe des DIR-Systems. Es wurden Registrare mit Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (RKP) und der DIR-Position gewonnen. Mit dentallabortechnisch hergestellten Aufbisssschienen in diesen Registrierpositionen (RKP, DIR) konnten die Patienten die verschiedenen Verschlüsselungspositionen ein-

schiedene Registrierpositionen bei funktionsgestörten Patienten zu einer Änderung der Kondylenposition führen. Die Magnetresonanztomographie (MRT-Technik) wurde genutzt, um die knöchernen- und knorpelig-artikulären Lagebeziehungen in Abhängigkeit verschiedener Registrare zu überprüfen und die physiologische Kondylen-Diskus-Fossa-Beziehung zu verifizieren.

nehmen bzw. in maximaler Interkuspitation schließen. Die MRT-Untersuchung der Kiefergelenke erfolgte entsprechend in MI, DIR und RKP. Nach Festlegung der transversalen Ausdehnung des rechten und linken Kondylus an einem horizontalen Übersichtsschichtbild, wurden pro Kondylus jeweils 16 sagittale Serienschichten erzeugt. Für die Auswertung wurden Distanzmessungen zwischen knöchernen Referenzpunkten und -linien der Gelenkkomponenten durchgeführt (Abb. 1).



Abb. 1: Sagittalschnitt des linken Kiefergelenkes. Darstellung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes in ZKP mit knöchernen Referenzpunkten und Referenzlinien

- C = Crista transversa am Knorpel-Knochenübergang
- D = Diskusbreite
- G = Grenzzone zwischen Diskus und bilaminärer Zone
- KH = Kondylushinterfläche
- T1/2 = Vorderfläche des Os tympanicum
- W = Wendepunkt zwischen Tuberculum articulare und Fossa mandibularis
- ZF = Zenit der Fossa mandibularis
- ZK = Zenit des Kondylus

Durch die Vermessung der Referenzlinien wurden 4 anatomische Parameter quantifiziert:

1. Kranial Verlagerung des Kondylus (ZF - ZK)
2. Breite der bilaminären Zone (KH - T2)
3. Differenz sagittale Verlagerung des Kondylus (ZK - ZF Diff.)

	Kranial Verlagerung (ZF-ZK)	Breite der bilaminären Zone (KH-T2)	Differenz sagittale Verlagerung des Kondylus (ZK-ZF Diff.)
MI (MW) (Stabw)	3,60 0,79	2,74 0,98	1,29 1,06
DIR (MW) (Stabw)	3,13 0,79	3,29 0,91	0,47 0,93
RKP (MW) (Stabw)	3,28 0,94	3,19 1,15	1,21 1,28
MI - DIR (F ratio) (P Wert)	0,345 ns	1,3 0,021	6,57 0,003
MI - RKP (F ratio) (P Wert)	ns	0,043	0,008
MI - RKP (F ratio) (P Wert)	ns	ns	ns
DIR - RKP (F ratio) (P Wert)	ns	ns	0,019

Tab. 1: Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (Stabw) für die kranial Verlagerung des Kondylus, Breite der bilaminären Zone und die Differenz der sagittalen Verlagerung des Kondylus für verschiedene Registrierpositionen (MI, DIR, RKP) und 1-way ANOVA bzw. post-hoc Bonferroni Korrektur (P<0,05).

Zwischensubjekte Effekte	Kranial Verlagerung (ZF-ZK)	Breite der bilaminären Zone (KH-T2)	Differenz sagittale Verlagerung des Kondylus (ZK-ZF Diff.)
Diagnose F ratio	ns 0,63	ns 0,09	0,048 1,12
Registrierposition F ratio	ns 0,1	ns 2,65	0,003 6,09
Diagnose und Registrierposition F ratio	ns 0,12	ns 0,79	ns 0,77

Tab. 2: Faktorielle ANOVA für die kranial Verlagerung des Kondylus, Breite der bilaminären Zone und die Differenz der sagittalen Verlagerung des Kondylus in Abhängigkeit der Diagnose, der Registrierposition und der Diagnose und Registrierposition (P<0,05).

## Ergebnisse

In Abhängigkeit der Registrierposition ergaben sich nur geringe Unterschiede in der vertikalen Verlagerung der Kondylen (Tab. 1). In der Sagittalebene führte die DIR-Position im Vergleich zur MI und RKP zu einer Verbreiterung des retrokondylären Raumes (Breite der bilaminären Zone) und zur geringsten sagittalen Differenz (ZK-ZF Differenz) zwischen dem Zenit des Kondylus und der Fossa (Tab. 1). Signifikante Änderung in Abhängigkeit der Registrierposi-

tion (MI, DIR, RKP) wurden für die Breite der bilaminären Zone (KH-T2; P<0,05) und die sagittale Verlagerung des Kondylus (ZK-ZF Differenz; P<0,05) gemessen (Tab. 1). Es gab signifikante Haupteffekte für die sagittale Verlagerung des Kondylus (ZK-ZF Differenz) in Abhängigkeit der Diagnose (P<0,05) und der Registrierposition (P<0,05). Für die Interaktion Diagnose und Registrierposition konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden (Tab. 2).

## Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Registrierposition bei funktionsgestörten Patienten einen signifikanten Einfluss auf die Kondylenposition in der Sagittalebene hat. In der Sagittalebene führt die DIR Position zu einer Verbreiterung des retrokondylären Raumes (Breite der bilaminären Zone) und zur ge-

ringsten sagittalen Verlagerung der Kondylen (ZK-ZF Differenz). Damit kommt die DIR-Position im Vergleich zur MI und RKP der physiologischen Kondylus-Fossa Relation im Sinne einer zentrischen Kondylenposition (Zenit des Kondylus unter Zenit der Fossa) am nächsten.

<sup>1</sup> Dao, T.T.T., Lavigne, G.J., 1998. Oral splints: the crutches for temporomandibular disorders and bruxism? Crit. Rev. Oral Biol. Med. 9, 345-361.  
<sup>2</sup> Kurita, H., Kurashina, K., Baba, H., Ohtsuka, A., Kotani, A., Kepp, S., 1998. Evaluation of disk capture with a splint re-

positioning appliance. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodont. 85, 377-380.  
<sup>3</sup> Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. J Craniomandib Disord 1992;6:301-55.



## Das Verschlüsselungsprinzip nach dem DIR®-Konzept

Für CMD-Patienten bzw. als präprothetische Maßnahme spielt das Erreichen der zentrischen Kondylenposition eine entscheidende Rolle. Nachfolgend wird in diesem Zusammenhang die horizontale Kieferrelationsbestimmung nach dem Prinzip des Pfeilwinkel- oder Stützstiftregistrates mithilfe eines elektronischen Verfahrens, des DIR®-Systems, vorgestellt.

Für die statisch-habituelle Okklusion bzw. für den Schlussbiss gibt es für jeden Patienten eine ideale oder physiologische Kondylenposition. Diese ideale, dreidimensionale Lage des Kondylus mit seinem Diskus in der Gelenkgrube ist individuell verschieden und wird beim Funktionsgesunden unwillkürlich bzw. automatisch durch das Kleinhirn und die Basalganglien eingestellt, wenn der Kauvorgang abgeschlossen ist, also in den Ruhephasen zwischen den aktiven Kieferbewegungen.

**Definition der zentrischen Kondylenposition** | Diese Ruhelage oder posturale Unterkieferlage ist identisch mit der zentrischen Kondylenposition und soll sich im Idealfall bei Zahnkontakt nicht ändern. Die zentrische Kondylenposition ist erreicht, wenn beide ellipsoidalen Kondylen im freien Raum der Fossa mandibularis liegen, wobei ihr höchster Punkt

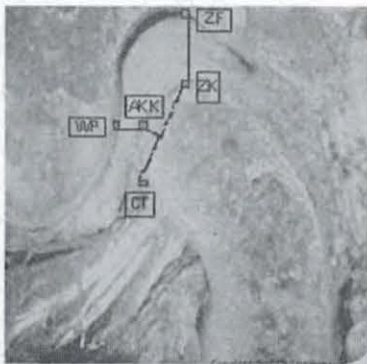


Abb. 1: Sagittalschnitt eines Kiefergelenkes in Kondylusidealposition, WP = Wendepunkt, ZF = Zenit der Fossa, ZK = Zenit des Kondylus, CT = Crista transversa, AKK = anteriore Kondyluskuppe auf halber Strecke zwischen ZK und CT.

(Kondylenzenit) unter dem Scheitelpunkt der Fossa und gleichzeitig der vordere Punkt des Kondylus (vordere Kondyluskuppe) hinter dem Wendepunkt zwischen tuberculum articulare und fossa mandibularis gelagert ist (siehe Abb. 1). Die fünf genannten Referenzpunkte sind in jeder bildgebenden Kiefergelenkdarstellung lokalisierbar und ihre Lagebeziehungen zueinander überprüfbar.

**Zentrische Kondylenposition ist ein Muss** | Leider ist die Okklusion aus der Zentriklage des Kondylus heraus bei vielen Patienten nicht identisch mit der statischen Okklusion in maximaler Interkuspitation. Die neuromuskuläre Steuerung stellt zwar die Zentriklage automatisch ein, aber häufig liegt bei Zahnkontakt in dieser Position kein Vielpunktkontakt vor, sondern eine Malokklusion ohne ausreichende Okklusionskontakte, weil z. B. der behandelnde Zahnarzt durch eine Handbissnahme eine exzentrische Kondylenposition verschlüsselt hat und die definitive prothetische Restauration eine maximale Interkuspitation nur bei dieser exzentrischen Kondylenposition möglich macht.

Die mittelfristige Folge einer solchen iatrogen falschen Bissnahme bzw. inkorrekten horizontalen Kieferrelationsbestimmung kann die Ausbildung einer CMD (craniomandibuläre Dysfunktion) sein, da die betroffenen Patienten versuchen, die in ihrer zentrischen Kondylenposition fehlenden Okklusionskontakte durch Kieferpressen auszugleichen.

Wegen der stetig steigenden Häufigkeit von CMD-Fällen (ca. 70 % der Bevölkerung zeigt objektive Befunde)

ist die Notwendigkeit einer zentrischen Bissnahme als „Conditio sine qua non“ in jeder zahnärztlichen Praxis angezeigt. Vor allem bei der Planung einer umfangreichen restaurativen Versorgung ist eine zentrische Bissnahme die einzige Möglichkeit zur Prophylaxe von Funktionsstörungen.

**Das Vorgehen: Pfeilwinkelregistrator mit dem DIR®-System** | Die horizontale Kieferrelationsbestimmung nach dem Prinzip des Pfeilwinkel- oder Stützstiftregistrates wird beim DIR®-System nach einem elektronischen Verfahren durchgeführt und ist das einzige System auf dem Dentalmarkt, das eine Kaudruckkontrolle während der Aufzeichnung und der Verschlüsselung erlaubt. Die einzelnen Arbeitsschritte zur Registrierung des Pfeilwinkelregistrates sollen an dieser Stelle kurz erläutert werden.

Zuerst werden die passgenauen Schablonen zur Aufnahme des elektronischen Sensors für den Unterkiefer und die komplementären Schablonen mit dem Stützstift für den Oberkiefer in den Mund des Patienten eingebracht. Dabei ist es wichtig, dass die Zähne außer Okklusion stehen (Bissperre), sodass alle Unterkieferbewegungen frei, also ohne Zahnführungen, ablaufen können. Der Behandler presst den Unterkiefer des Patienten durch Daumendruck in die retraleste und kranialste Position zur Aufzeichnung der Pfeilspitze im Registrator. Alle weiteren Aufzeichnungen werden als Protrusionsbahn und rechts- bzw. linksseitige Laterotrusionsbahn vom Behandler unterstützt und unter einer definierten

Bisskraft zwischen 10 und 30 Newton unter visueller Kontrolle des Behandlers und des Patienten (digitale Kraftskala) durchgeführt. Mithilfe der WIN-DIR-Software werden die Messergebnisse mit dem Ziel der Berechnung der zentrischen Kondylenposition ausgewertet. In der ZKP werden die Schablonen dann im Patientenmund verschlüsselt und zur Modellanalyse als neue sogenannte Sollposition in den Artikulator übertragen. In der Regel weicht diese Sollposition von der habitueller Kondylenposition im Schlussbiss, der Ist-Situation, ab. Daher wird die Neueinstellung der horizontalen Unterkieferposition zum Oberkiefer über eine individuell angefertigte DIR®-Okklusionsschiene erforderlich, die je nach Situation in verschiedenen Designs und grundsätzlich mit 5 verschiedenen okklusalen Reliefgestaltungen fabriziert werden kann (Abb. 2–5). Das DIR®-System erfüllt die Forderung einer zentralen Bissnahme, da beide

Kondylen durch den Behandler symmetrisch in eine retrokraniale Position geführt werden und die von hier durchgeführten Lateralbewegungen einen einseitigen Kondylusversatz, also eine transversale Asymmetrie, aufdecken würden. Die Verschlüsselungsposition nach sagittaler Vorverlagerung des Unterkiefers auf der Winkelhalbierenden des Pfeilwinkels entspricht nach MRT-Auswertungen von klinischen Fällen (unpublished results) der oben definierten zentralen Kondylusposition.

**Schientherapie bei CMD und Präprothetik** | Bei CMD-Patienten ist eine temporäre Schientherapie ebenso unvermeidbar, wie sie bei Patienten vor prothetischer Versorgung dringend empfehlenswert ist. Da die habituelle Okklusion dieser Patienten häufig von der zentrischen Kondylenposition abweicht, sind reine Aufbisschienen keine therapeutisch sinnvolle Lösung. Vielmehr müssen ins

Okklusionsrelief der Schienen eingearbeitete Führungen die individuell exzentrische Verlagerung des Patientenkiefers beim Zubiss durch Eingleiten in die korrekte Zentrikposition ausgleichen.

Nach den möglichen zwei Verlagerungsformen in sagittaler Richtung (Protrusions- und Retrusionsverlagerung) und den beiden möglichen Verlagerungsformen in transversaler Richtung durch Rechts- bzw. Linksrotation um den Arbeitskondylus bei der Laterotrusionsverlagerung sowie der möglichen Verlagerungsform in vertikaler Richtung durch Rotation um die Interkondylarachse bei der Bisserrhöhungsverlagerung, sind nachfolgend drei klinische Situationen vorgestellt, für die nach der Modellanalyse entsprechende DIR®-Schientypen angefertigt wurden.



Abb. 2: DIR®-Messung am Probanden.

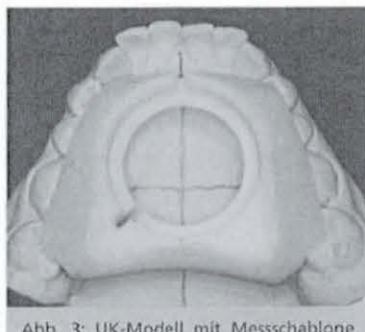


Abb. 3: UK-Modell mit Messschablone zur Aufnahme des DIR®-Messensors.

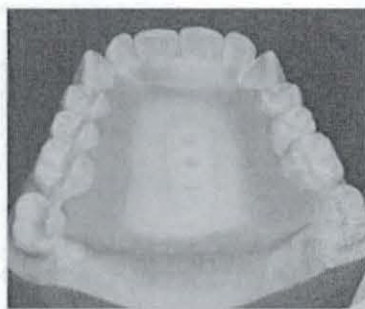


Abb. 4: OK-Modell mit Messschablone zur Aufnahme des Stützstiftes.

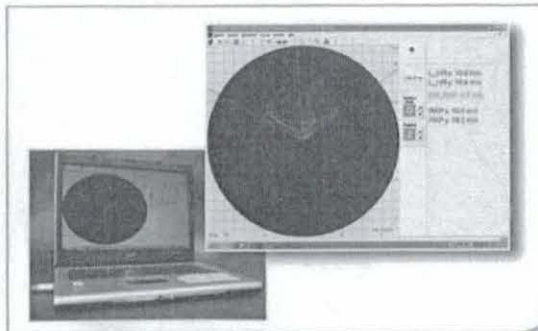
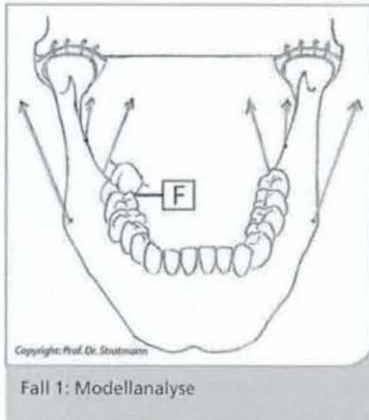


Abb. 5: DIR® System Komponenten, Laptop mit DIR®-Diagnosemessbild.



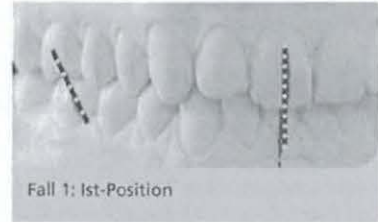
**Fall 1 | Adjustierte Schiene nach DIR®** | Veränderung von Ist-Position in Soll-Position:  
Durch die Therapie mit der adjustierten Schiene werden beide Kondylen aus der Kompression genommen.



Fall 1: Modellanalyse

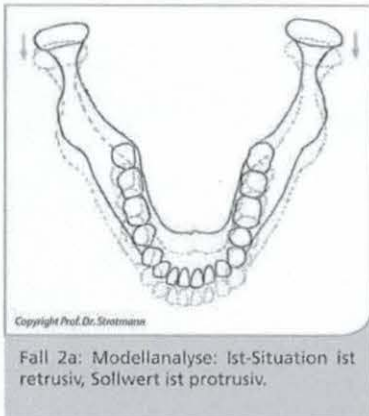


Fall 1: Schiene



Fall 1: Ist-Position

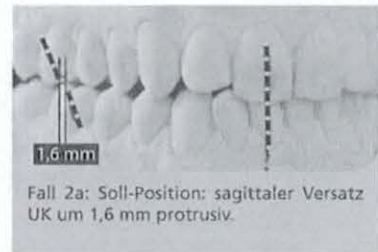
**Fall 2a und 2b | Entlastungs-Schiene nach DIR®/Äquilibration** | Veränderung von Ist-Position in Soll-Position:  
Durch die Therapie mit der Entlastungs-Schiene werden beide Kondylen nach anterior (in Fall 2a) bzw. nach retral (in Fall 2b) versetzt



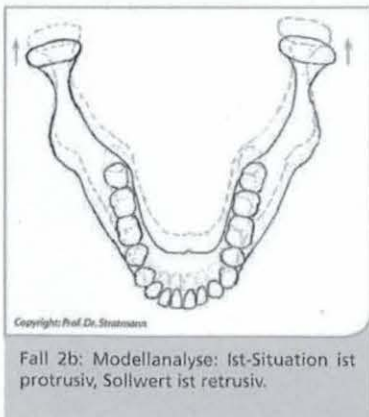
Fall 2a: Modellanalyse: Ist-Situation ist retrusiv, Sollwert ist protrusiv.



Fall 2a: Schiene Sollwert ist protrusiv.



Fall 2a: Soll-Position: sagittaler Versatz UK um 1,6 mm protrusiv.



Fall 2b: Modellanalyse: Ist-Situation ist protrusiv, Sollwert ist retrusiv.

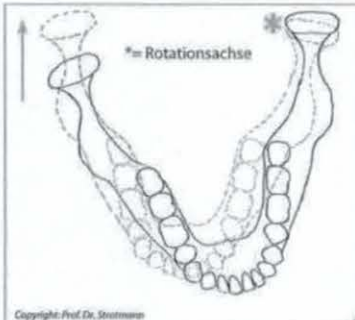


Fall 2b: Schiene Sollwert ist retrusiv.



Fall 2b: Soll-Position: sagittaler Versatz UK um 1,6 mm retrusiv.

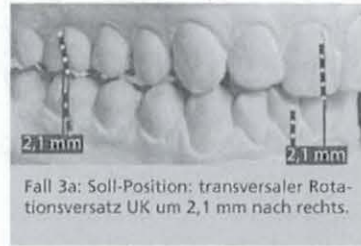
**Fall 3a und 3b | Neuprogrammierungsschiene nach DIR® |** Veränderung von Ist-Position in Soll-Position:  
Durch die Therapie mit der Neuprogrammierungs-Schiene wird der rechte bzw. der linke Kondylus zurückrotiert.



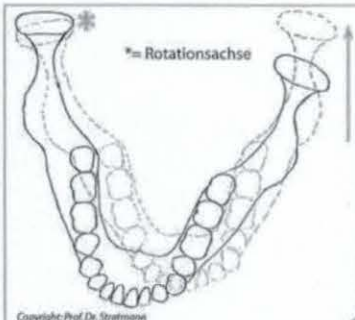
Fall 3a: Modellanalyse: Ist-Situation mit Kondylusverlagerung rechts, Sollwert mit Rückrotation.



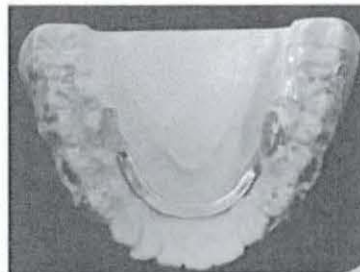
Fall 3a: Schiene: Sollwert rotiert rechten Kondylus zurück.



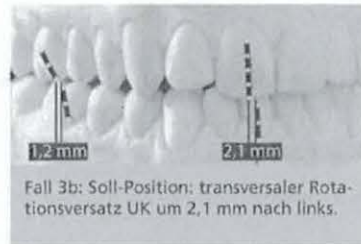
Fall 3a: Soll-Position: transversaler Rotationsversatz UK um 2,1 mm nach rechts.



Fall 3b: Modellanalyse: Ist-Situation mit Kondylusverlagerung links, Sollwert mit Rückrotation.



Fall 3b: Schiene: Sollwert rotiert linken Kondylus zurück.



Fall 3b: Soll-Position; transversaler Rotationsversatz UK um 2,1 mm nach links.

Weitere Informationen erhalten Sie über [www.dir-system.de](http://www.dir-system.de) oder [www.fundamental.de](http://www.fundamental.de)

**Korrespondenzadressen:**

Prof. Dr. Udo Stratmann  
Institut für Anatomie  
Vesaliusweg 2-4  
48149 Münster  
E-Mail: [udo.stratmann@ukmuenster.de](mailto:udo.stratmann@ukmuenster.de)  
[www.hartgewebe.de](http://www.hartgewebe.de)

oder

Danube Private University  
Fakultät Medizin/Zahnmedizin  
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 23, Campus West  
A 3500 Krems an der Donau, Österreich

ZÄ Dr. Farina Blattner  
Gertenbachstraße 30  
42899 Remscheid  
Tel.: 02191 50649  
[www.dr-blattner.de](http://www.dr-blattner.de)

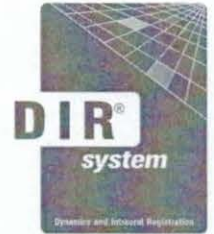




# Klinisch-radiologische Pilotstudie zur Evaluierung der physiologischen Kondylenposition im MRT



DANUBE PRIVATE UNIVERSITY  
Fakultät Medizin und Zahnmedizin



## Ziel

Ziel dieser Pilotstudie war es festzustellen, inwieweit verschiedene Registrierpositionen zu einer Änderungen der Kondylenposition des Kiefergelenkes führen. Die Magnetresonanztomographie (MRT-Technik) wurde genutzt, um die knöchern – und knorpelig-

artikulären Lagebeziehungen in Abhängigkeit verschiedener Registerate bei funktionsgestörten und funktionsgesunden Patienten zu überprüfen und die physiologische Kondylen-Diskus-Fossa-Beziehung bei jedem Patienten individuell zu verifizieren.

## Material und Methode

Bei 10 Probanden erfolgte die Mc Grane Aufzeichnung mit Hilfe des DIR-Systems. Entsprechend wurden Registerate mit Verschlüsselung in habitueller Okklusion, mit Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (RKP) und der DIR-Position und in der im Artikulator abgesenkten Biss-Schienen konnten die Patienten die verschiedenen Verschlüsselungspositionen einnehmen und sich der MRT-Untersuchung

unterziehen. Nach Festlegung der transversalen Ausdehnung des rechten und linken Kondylus an einem horizontalen Übersichtsschichtbild, wurden pro Kondylus jeweils 16 sagittale Serienschichten erzeugt. Für die Auswertung wurden Distanzmessungen zwischen knöchernen Referenzpunkten und Referenzlinien der Gelenkkomponenten durchgeführt und mit den Idealwerten der ZKP verglichen (Abb. 1-4).

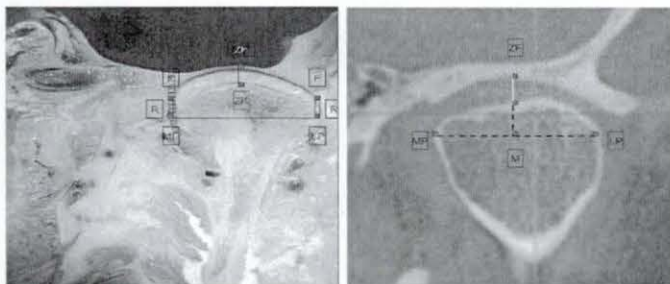


Abb. 1, 2: Frontalschnitt und MRT des linken Kiefergelenkes. Darstellung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes in ZKP mit Referenzpunkten und Referenzlinien M = geometrischer Mittelpunkt des Kondylus auf halber Strecke zwischen MP und LP, MP = medialer Kondyluspol, LP = lateraler Kondyluspol, F = Fossa mandibularis, R = mediale bzw. laterale Randlinie des Diskus. Der geometrische Mittelpunkt wird bei Abflachung der Kondylusoberfläche (regressives Remodelling, Abb. 2) als Ersatz für den Zenit des Kondylus genutzt. Physiologische Kondylus-Diskus-Relation: R liegt 1 mm lateral bzw. medial von der LP-F-Linie bzw. der MP-F-Linie.

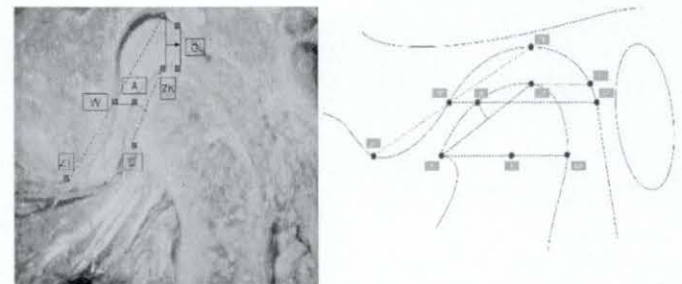


Abb. 3, 4: Sagittalschnitt des linken Kiefergelenkes. Darstellung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes in ZKP mit Referenzpunkten und Referenzlinien A = anteriore Kondyluskuppe auf halber Strecke zwischen C und ZK, C = Crista transversa, ZK = Zenit (Scheitelpunkt) des Kondylus, ZF = Zenit (Scheitelpunkt) der Fossa mandibularis, W = Wendepunkt zwischen fossa mandibularis und Tuberculum articulare, ZT = Zenit (Scheitelpunkt) der Tuberculum articulare, G = Grenzlinie zwischen pars posterior disci und bilaminärer Zone, KH = Kondylushinterwand, T1 = Tympanicum unten, T2 = Tympanicum oben, M = geometrischer Mittelpunkt auf halber Strecke zwischen C und KH. Physiologische Kondylus-Diskus-Relation: G liegt 2-3 mm hinter der ZF-ZK-Linie.

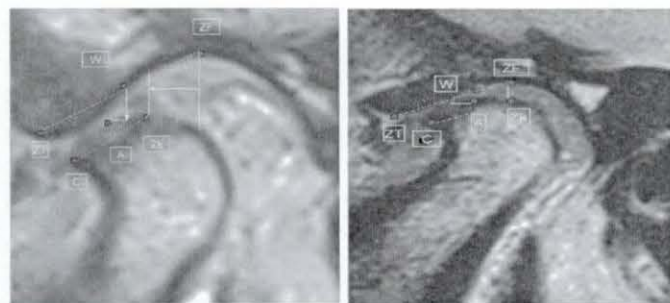


Abb. 5, 6: Sagittales MRT des zentralen Gelenkbereiches in habitueller Okklusion und in DIR-Position zur Darstellung der Lage bzw. Form des Diskus in Relation zum Kondylus. Abb. 5: Habituelle Okklusion: Anteriore Verlagerung um 3 mm, kaudale Verlagerung um 2 mm, Abb. 6: DIR-Position

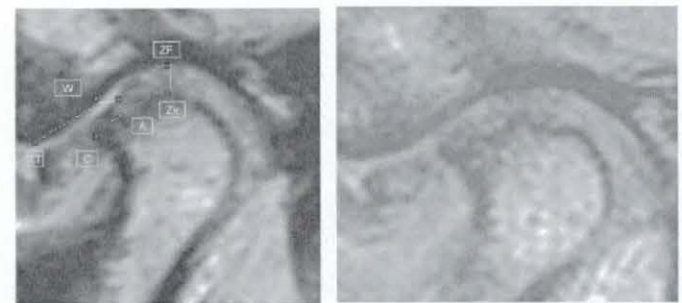


Abb. 7, 8: Sagittales MRT des zentralen Gelenkbereiches in abgesenkter DIR-Position und in Verschlüsselung auf der Pfeilspitze (RKP) zur Darstellung der Lage bzw. Form des Diskus in Relation zum Kondylus. Abb. 7: Abgesenkte DIR-Position, Abb. 8: RKP

## Ergebnisse

Im Rahmen dieser Pilotstudie wurden vier Patienten mit anteriorer Diskusverlagerung mit Reposition und sechs Patienten mit Myopathien im Bereich der Kaumuskulatur untersucht. In der Sagittalachse ergab die MRT-Untersuchung bei Patienten mit Myopathien in Abhängigkeit verschiedener Registrierpositionen keine Veränderung der Kondylus-Diskus-Beziehung. Bei vier Patienten mit anteriorer Diskusverlagerung und Reposition konnte in der DIR-Position und der abgesenkten DIR-Position eine deutlich physiologisch-

ere Kondylenposition nachgewiesen werden als in der habitueller Okklusion. In der Sagittalachse konnten in der DIR-Position eine Zentrierung des Kondylus in der Gelenkfossa und eine Repositionierung des Diskus auf dem Kondylus gezeigt werden. Diese physiologische Positionierung des Kondylus-Diskus-Fossa Komplexes konnte durch Absenkung der schienenbedingten Biss-Sperre (abgesenkte DIR-Position) erhalten werden.